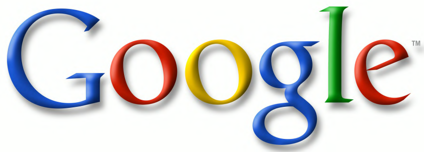





UNIVERSITY
OF CALIFORNIA
BIOLOGY
LIBRARY
G


UNIVERSITY
OF CALIFORNIA
No
LIBRARY
G

# Hefe, Gärung und Fäulnis.

---

Eine Sammlung der grundlegenden Arbeiten von Schwann, Cagniard-Latour und Kützing, sowie von Aufsätzen zur Geschichte der Theorie der Gärung und der Technologie der Gärungsgewerbe.

Herausgegeben von

**Prof. Dr. M. Delbrück,** und **Dr. A. Schrohe,**
Geheimem Regierungsrat. Regierungsrat.



**Mit 14 Textabbildungen und 6 Porträts.**




BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1904.

# Vorwort.

Die Verfasser haben aus mehreren Gründen Veranlassung genommen, die nachstehende Sammlung von Aufsätzen herauszugeben. Zunächst erschien es eine Pflicht der Dankbarkeit, gerade mit Rücksicht auf die schöne Entwicklung, deren sich Wissenschaft und Technik in den Gärungsgewerben erfreuen, auf die Anfänge zurückzugehen. So bringen wir einen wörtlichen Abdruck derjenigen Abhandlungen aus dem Ende der dreifsiger Jahre des vergangenen Jahrhunderts, die mit der Erkenntnis der Hefe als eines pflanzlichen Organismus den Beginn technisch-wissenschaftlicher Arbeit bezeichnen. Aber neben dem wunderbaren Fortschritt, der von Schwann über Pasteur zur heutigen Reingärung führte, darf die Gewerbsgeschichte nicht vernachlässigt werden, die, ihre eigenen Wege gehend, zu ebensogrofsen Erfolgen geführt hat. Wenn die Pasteurschen Arbeiten in unserer Sammlung nicht zum Abdruck gebracht sind, so hat das seinen Grund darin, dafs sie bereits von anderer Seite ausführliche Darlegung wiederholt gefunden haben, und weil gerade die Ergebnisse unserer historischen Forschungen zeigen, dafs dem Auftreten Pasteurs in der allgemeinen Auffassung und auch von Männern, bei denen man eine genauere Kenntnis voraussetzen sollte, zu ungunsten deutscher Wissenschaft und deutschen technischen Könnens eine gröfsere Bedeutung zugeschrieben wird, als ihm in Wirklichkeit zukommt. Ingenkamp wies schon nach, dafs Pasteur im Jahre 1857 nicht etwas durchaus Neues schuf, sondern dafs er in Reih und Glied steht mit den Forschern, die, mit Schwann, Cagniard-Latour und Kützing beginnend, die Gärung als eine Folge der Lebensabwandlung von Hefe oder Bakterien als lebendiger Organismen auffafsten. Das Ergebnis der Ingenkampschen historischen Forschung hätte schon Allgemeingut der Gelehrten sein sollen. Dafs das nicht der Fall ist, beweisen die jüngsten historischen Darstellungen von Buchner und Ahrens. Häufig begegnet man auch dem Einwand, dafs Pasteur jedenfalls für die Aufnahme der vitalistischen Auffassung in die Technik mafsgebend gewesen sei. Aber schon Trommer gibt eine zusammenhängende Darstellung dieser Gärungslehre und ihrer Anwendung auf die Spiritusfabrikation im Jahre 1856. Entscheidend ist die Tätigkeit Kaisers (s. Kapitel X dieses Werkes), der schon zu Ende der dreifsiger Jahre die neue Lehre auf das Braugewerbe übertrug und sie den Gewerbetreibenden vermittelte.

Die Geschichte der Kunsthefebereitung und der Prefshefe-Industrie (Kapitel VIII und IX), sowie die älteste Beschreibung des untergärigen Brauereiverfahrens (Benno Scharl, Kapitel VII) sollen zeigen, dafs lange bevor man überhaupt die pflanzliche Natur der Hefe erkannt hatte, schon eine systematische Hefezüchtung in den Gärungsgewerben betrieben wurde. Der eine von uns hat nachgewiesen, dafs in den durch Überlieferung von den Gewerbetreibenden entwickelten Hefe-Züchtungsverfahren unbewufst Gesetze der natürlichen Reinzucht befolgt wurden, durch die eine Auslese aus den Mischungen von Heferassen, die die Natur zur Verfügung stellte, je für den einzelnen Gewerbszweig sichergestellt war. So ersehen wir aus Scharls Aufzeichnungen, dafs bereits im 18. Jahrhundert für die Untergärung die Temperaturen so gestellt wurden und die Gewinnung der „Kernhefe“ so betrieben wurde, dafs mit Sicherheit auf die Anwendung gleichartiger Heferassen im Brauereigewerbe seit nun über 100 Jahren, und zwar unter Ausscheidung der sogenannten wilden Hefen, geschlossen werden darf. Die Geschichte der Kunsthefebereitung in der Brennerei zeigt, dafs lange vor dem Einsetzen wissenschaftlich begründender Arbeit der richtige Weg eingeschlagen wurde, um durch Züchtung der Brennereihefe in sauren Medien infizierende Spaltpilze und die für die Brennereibetriebe untauglichen Brauereihefen auszuschliefsen.[1])

Die Verfasser haben bei ihren Darlegungen den durch Druckwerke gegebenen Stoff benutzt. Wenn man aber das aus mündlicher Überlieferung in den Gewerben Erarbeitete, keineswegs immer der Öffentlichkeit Übergebene hinzufügt, dann können wir feststellen, dafs in der Prefshefefabrikation bereits eine Übung der Kunsthefezüchtung in den 60er Jahren bestand, wie sie am Schlufs des Kapitels IX als Wesen der natürlichen Reinzucht für diese Industrie dargelegt ist.

Wir hoffen, dafs unsere Arbeit niemand Kummer, aber vielen Freude bereiten wird, und versichern, dafs wir dankbar sein werden für literarische oder andere Hinweise, welche geeignet wären, das von uns mühsam Zusammengetragene etwa zu vervollständigen.

Berlin und Charlottenburg, im Mai 1904.

Delbrück. Schrohe.

---

[1]) Hierüber siehe weiteres in Delbrück-Schönfeld, „System der natürlichen Hefereinzucht“, und in Delbrück-Struve, „Beiträge zur Geschichte des Bieres“; beide Werke im Verlage von Paul Parey.

# Inhalt.

# I.

# Theodor Schwann,

**geboren am 7. Dezember 1810 zu Neufs im Rheinlande, gestorben am 11. Januar 1882 in Köln.**

---

Bei Erwähnung eines von den Koryphäen der Wissenschaften gefeierten Mannes ist es nicht wohl gestattet, lediglich einige Spuren seiner wissenschaftlichen Tätigkeit namhaft zu machen. Was Schwann für die Erkenntnis der Hefe und Gärung geleistet hat, war bahnbrechend, aber es macht doch nur ein Stückchen seiner Arbeiten und seiner Bedeutung aus. Es mögen daher wenigstens einige Sätze aus der kurzen Anrede, welche die Berliner Akademie der Wissenschaften am 23. Juni 1878 durch den Mund von E. du Bois-Reymond, dem seit vielen Jahren nach Lüttich übergesiedelten Gelehrten gewidmet hat, eine Würdigung seiner generellen Verdienste um die Wissenschaft übernehmen. Diese folgen hier:

. . . „Die so lange und so vielfach vorbereitete, zuletzt von Herrn Schleiden bei den Pflanzen schon durchgeführte Zellenlehre brachten Sie zur Reife. Schwerlich gibt es eine andere Erweiterung unserer Kenntnis der belebten Natur, welche an Bedeutung mit Ihrer Zellentheorie sich messen könnte. Die Lehre von den allen Pflanzen und Tieren gemeinsamen, einem gemeinsamen Entwicklungsprinzipe gehorchenden Elementarteilen, deren Eigenschaften und Wirkungen sich zu denen des Gesamtorganismus verbinden wie die der Kristallmoleküle zu den Eigenschaften und Wirkungen des Kristalls, bildet einen unbedingten Abschnitt in der Geschichte der Beschreibung des Tier- und Pflanzenleibes, dessen mikroskopisches Gefüge im Werden wie in der Reife, in Gesundheit wie in Krankheit nun erst verständlich ward. Zugleich aber gewährte diese Lehre den tiefsten Einblick in das Wesen der Organisation und eine ungeahnte Grundlage für unsere Spekulationen über die letzten Rätsel.“ . . .

„So verknüpften Sie für immer Ihren Namen durch eine kühne und glückliche Verallgemeinerung mit einer der höchsten wissenschaftlichen Errungenschaften. Ja, so grofs war der Glanz dieser Tat, dafs sie zu sehr den Blick von den übrigen Arbeiten abzog, wodurch allein Sie sich unter den Physiologen Ihrer Zeit einen vorzüglichen Platz gesichert hätten,

wären Sie auch nicht der Schöpfer der Zellentheorie geworden. Ihre Untersuchungen über die Atmung der Eier, die Gärung und Fäulnis, die Urzeugung, die Magenverdauung, das Gesetz der Muskelkraft, die Kontraktilität der Arterien, die doppelsinnige Leitung des Nervenprinzips, die Rolle der Galle sind sämtlich grundlegend, ja bahnbrechend gewesen." . . .

„Wir haben nie aufgehört zu beklagen, dafs Sie zum Vorbilde, welches Ihre Arbeiten der deutschen Wissenschaft waren, nicht auch vom Katheder das lebendige Wort und das Beispiel im Laboratorium fügen sollten. Die heutige Feier gilt Ihrer vierzigjährigen Lehrtätigkeit im Auslande. Wohl darf Deutschland stolz sein, ungefährdet solche Kräfte abgeben zu können. Möge ein gütiges Geschick Ihnen gönnen, noch lange heiteren Auges auf ihre ruhmgekrönte Laufbahn zurückzublicken, und mögen Sie gern dabei der Stadt (Berlin) sich erinnern, in deren Mauern Sie in Ihrer Jugend von allen Menschen zuerst den Gedanken dachten, welcher der Gedanke Ihres Lebens ward: *„Jeder Organismus besteht nur aus Zellen."* [1])

Die ersten Arbeiten Schwanns über Hefe, Gärung und Fäulnis fallen in die Jahre 1836 und 1837; welche Vorstellungen ihn zu denselben geführt haben, gibt er selbst in seiner im Jahre 1837 darüber veröffentlichten Abhandlung an. Im Jahre 1839 kam er in seinen „Mikroskopischen Untersuchungen" auf dasselbe Thema zurück, hat aber später darüber anscheinend nicht mehr gearbeitet und nichts mehr darüber veröffentlicht. In seinen Resultaten stimmt Schwann im allgemeinen mit denjenigen von Cagniard-Latour überein; er übertraf aber letzteren insofern in der Beweisführung, als er durch Benutzung ausgekochter Lösungen als Gärsubstrat und geglühter Luft in dem einen und ungeglühter Luft im anderen Falle die Tatsache erhärtete, dafs Hefe in der Luft schwebt und nur durch die Hefe Gärung entsteht.

Schwann hat, wie aus seinen eigenen Angaben und mehr noch aus der am Schlusse seiner Ausführungen angefügten Anmerkung ersichtlich ist, die ersten kurzen Notizen im „Institut" über Cagniard-Latours Arbeiten übersehen; dafs aber mit diesen Schwanns Untersuchungen über die Hefe und Gärung zeitlich annähernd zusammenfallen, ergibt sich aus einfachen Erwägungen. Über die Gemeinsamkeit der Priorität beider Forscher bezüglich der Natur der Hefe und Gärung kann daher kein Streit entstehen.

Die grundlegende Abhandlung Schwanns ist als vorläufige Mitteilung in Poggendorffs Annalen 1837, Bd. 41, S. 184—193 erschienen; wir bringen sie im folgenden wörtlich und im Anschlufs daran einen wörtlichen Auszug aus seinen „Mikroskopischen Untersuchungen". [2])

---

[1]) Reden von E. du Bois-Reymond. Zweite Folge, 1887, S. 550.

[2]) Man vgl. hierzu die Ausführungen Ingencamps auf S. 97 ff. dieses Buches.

## Vorläufige Mitteilung, betreffend Versuche über die Weingärung und Fäulnis.

Von

**Dr. Th. Schwann** in Berlin.

Bei der letzten Versammlung der Naturforscher in Jena habe ich Versuche über generatio aequivoca mitgeteilt, aus denen hervorgeht, dafs, wenn eine verschlossene Glaskugel, die mit atmosphärischer Luft gefüllt ist und aufserdem ein wenig einer Infusion von Muskelfleisch enthält, der Siedehitze des Wassers ausgesetzt wird, so dafs Flüssigkeit und Luft der Glaskugel bis 80° R. erwärmt werden, nachher in der Flüssigkeit innerhalb mehrerer Monate keine Infusorienbildung und keine Fäulnis stattfindet, und zwar selbst dann nicht, wenn die Quantität der in der Glaskugel enthaltenen tierischen Substanz so gering ist, dafs an eine vollständige Verschluckung des Sauerstoffs aus der Luft der Glaskugel nicht zu denken ist. Es war indessen doch wünschenswert, den Versuch in der Art zu modifizieren, dafs eine Erneuerung der Luft möglich würde, doch so, dafs die neu hinzugeführte Luft, wie in den vorigen Versuchen, vorher einer höheren Temperatur ausgesetzt würde. Dies habe ich nun auf folgende Weise bewirkt.

Ein Fläschchen, welches einige Stückchen Muskelfleisch enthielt und bis zu einem Drittel mit Wasser gefüllt war, wurde mit einem Stöpsel geschlossen, der von zwei dünnen Glasröhren durchbohrt war. Diese Glasröhren wurden in einer Strecke von ungefähr drei Zoll durch eine leichtflüssige Metallmischung geleitet, welche anhaltend in einer dem Siedepunkt des Quecksilbers naheliegenden Temperatur erhalten wurde. Die eine dieser Glasröhren wurde mit ihrem aus dem Metall hervorragenden Ende mit einem Gasometer in Verbindung gesetzt. Nun wurde die Flüssigkeit in dem Fläschchen stark gekocht, so dafs alle Luft, die in dem Fläschchen und in den Glasröhren enthalten war, teils ausgetrieben, teils bis zum Siedepunkt des Wassers erwärmt wurde. Nach dem Erkalten wurde mehrere Wochen lang ein anhaltender Strom atmosphärischer Luft aus dem Gasometer durch das erste Glasröhrchen in das Fläschchen und, nachdem so hierin die Luft erneuert worden war, durch das zweite Glasröhrchen wieder fortgeleitet. Die hinzugeleitete Luft aber wurde, indem sie durch die in dem erhitzten Metallbad liegende Glasröhre strich, vorher stark erwärmt. Auch in diesen Versuchen, deren mehrere angestellt wurden, zeigte sich nach mehreren Wochen keine Infusorien- oder Schimmelbildung und keine Fäulnis, sondern das Fleisch blieb unverändert und die Flüssigkeit so klar, wie sie nach dem Kochen war.[1])

[1]) Da dieser Versuch zu viel Sorgfalt bei der Unterhaltung der Lampe erfordert, so habe ich später folgende Methode angewandt: Ein Gläschen von drei Unzen Inhalt wurde zum vierten Teil mit Wasser und Fleisch gefüllt und mit

Ob sich aus diesen Versuchen, zu deren Vervollständigung noch viele andere Versuche angestellt wurden, ein Schlufs über generatio aequivoca ziehen lasse oder nicht, werde ich an einem anderen Orte auseinandersetzen und bemerke hier nur, dafs diese Versuche, wenn man sie vom Standpunkte der Gegner der generatio aequivoca betrachtet, sich so erklären lassen, dafs die Keime des Schimmels und der Infusorien, die nach dieser Ansicht

---

einem dichten Kork verschlossen, der mit Draht darauf festgebunden wurde. Der Kork war von zwei dünnen Glasröhren durchbohrt, von denen die erste sich sogleich abwärts bog und in eine kleine Schale mit Quecksilber tauchte, welches mit Öl bedeckt war. Die zweite Glasröhre bog sich, sowie sie aus dem Kork hervorkam, zuerst horizontal, dann $1^1/_2$ Zoll weit abwärts, machte dann ein paar enge Spiralwindungen, stieg wieder aufwärts, dann wieder horizontal und wurde zuletzt in eine Spitze ausgezogen. Der ganze Kork wurde dann mit einer dicken Auflösung von Kautschuk in kochendem Leinöl, die mit Terpentinöl verdünnt war, mehrmals überzogen. Dann wurde die Flüssigkeit des Gläschens so stark gekocht, dafs der Dampf an beiden Glasröhren stark hervorkam und auch das Quecksilber und Öl so stark erwärmt wurden, dafs sich die Wasserdämpfe nicht mehr darin kondensierten. Damit aber in dem zwischen dem Öl und Quecksilber sich kondensierenden Wasser keine Infusorien sich bildeten, wurden zur Vorsicht einige Stückchen Sublimat auf das Quecksilber gelegt. Während des Kochens wurde unter die Spiralwindungen der zweiten Glasröhre eine Spiritusflamme gesetzt, die zur Verhütung des Wegblasens der Flamme mit einem Kamin versehen war. Die Hitze dieser Flamme wurde so stark unterhalten, dafs die Glasröhre sich erweichte. Die sich in den kühlen Stellen der Glasröhre kondensierenden Wassertropfen wurden durch eine andere Spiritusflamme zur Verhütung des Springens der Glasröhre sogleich wieder in Dampf aufgelöst. Nachdem das Kochen etwa eine Viertelstunde gedauert hatte, wurde damit aufgehört, und beim Erkalten des Fläschchens drang die Luft durch die zweite Glasröhre in das Fläschchen, wurde aber zuvor in der Spiralwindung ausgeglüht. Nach dem völligen Erkalten des Fläschchens wurde die Spitze der zweiten Glasröhre zugeblasen, der zwischen dieser Spitze und der glühenden Spiralwindung liegende Teil der Glasröhre, der nicht ausgeglühte Luft enthielt, besonders ausgeglüht und dann auch die Weingeistlampe unter der Spiralwindung entfernt. Das Fläschchen enthielt nun blofs gekochtes Fleisch und ausgeglühte Luft. Um diese zu erneuern, wurde von Zeit zu Zeit die Spirale abermals bis zur beginnenden Schmelzung der Glasröhre erhitzt, die Spitze dieser Glasröhre abgebrochen und neue Luft langsam hineingeblasen, während die alte durch das Quecksilber entwich. Dann wurde die Glasröhre wieder zugeschmolzen, ihr freies Ende wieder besonders ausgeglüht und dann der Apparat wieder sich selbst überlassen. Auf diese Weise habe ich bei einer Temperatur von 14—20° R. solche Gläschen mit Fleisch sechs Wochen ohne Fäulnis oder Infusorien- und Schimmelbildung aufbewahrt. Nach Öffnung des Fläschchens faulte die Flüssigkeit innerhalb einiger Tage, als ob sie eben erst gekocht worden wäre. Das vollkommen dichte Schliefsen des Stöpsels und der Glasröhren in demselben erfordert aber die gröfste Vorsicht.

in der atmosphärischen Luft vorhanden sind, beim Ausglühen der Luft zerstört werden. Alsdann mufs die Fäulnis[1]) so erklärt werden, dafs diese Keime, indem sie sich entwickeln und auf Kosten der organischen Substanz ernähren, eine solche Zersetzung in dieser hervorbringen, wodurch die Phänomene der Fäulnis entstehen, eine Ansicht, für die auch der Umstand spricht, dafs gerade diejenigen Stoffe, welche für Infusorien und Schimmel nachweisbar starke Gifte sind, z. B. Arsenik oder Sublimat, auch am besten die Fäulnis verhüten, und dafs diejenigen Stoffe, welche nur für Infusorien Gifte sind, z. B. Extractum Nucis vomicae spirituosum, nicht für den Schimmel, alle Erscheinungen, unter denen sich die mit Infusorienbildung verbundene Fäulnis kundgibt, namentlich den Schwefelwasserstoffgeruch verhindern und blofs die Reihe von Erscheinungen gestatten, welche der mit Schimmelbildung verbundenen Fäulnis angehören.

Ich führe indessen dies hier nur an, da es mich auf Versuche über die Weingärung geleitet hat, welche geeignet scheinen, den Untersuchungen über diesen Prozefs eine andere Wendung zu geben. In der Absicht, nachzuweisen, dafs bei anderen Prozessen, bei denen atmosphärische Luft mitwirkt, bei denen aber, soviel bekannt war, keine Bildung neuer Tiere oder Pflanzen stattfindet, es gleichgültig ist, ob die Luft vorher geglüht wird oder nicht, stellte ich Versuche über die Respiration und über die Weingärung an. Es zeigte sich auch, dafs ein Frosch in ausgeglühter Luft sehr gut fortlebte.

Mit der Weingärung machte ich den Versuch auf folgende Weise: Eine Auflösung von Rohrzucker wurde mit Bierhefe vermischt und vier Fläschchen damit ganz angefüllt und verkorkt. Die Fläschchen wurden alsdann gleich lange (etwa 10 Minuten lang) in siedendes Wasser gestellt, so dafs die ganze Flüssigkeit in denselben die Siedehitze erreichte. Dann wurden sie herausgenommen, unter Quecksilber umgestülpt und nach dem Erkalten in alle vier Fläschchen atmosphärische Luft hineingeleitet, die etwa $^1/_3$—$^1/_4$ vom Volumen der ganzen Flüssigkeit betrug. Dies geschah bei zweien durch eine dünne Glasröhre, die an einer Stelle bis zur Rotglühhitze erwärmt war, bei den beiden andern durch dieselbe, aber nicht erwärmte Glasröhre. Eine Analyse mit Hilfe eines Platinkügelchens ergab, dafs atmosphärische Luft, die durch eine glühende Glasröhre geleitet worden ist, noch ungefähr 19,4 $^0/_0$ Sauerstoff enthält. Dem Einwurf, dafs sich aus dieser geringe Sauerstoffgasverminderung hernehmen liefse, wurde

[1]) Es kann hier natürlich nur die Rede sein von der gewöhnlichen, bald nach dem Tode eintretenden Fäulnis, und zwar zunächst gekochter organischer Substanzen, nicht von all den mannigfaltigen Prozessen, die man unter dem Namen Fäulnis zusammenfafst, z. B. Moderbildung, Braun- und Steinkohlenbildung etc.

dadurch vorgebeugt, dafs in eines der Gläschen, welche ausgeglühte Luft enthielten, etwas mehr von dieser hineingeleitet wurde, als in die übrigen. Die Fläschchen wurden dann verkorkt und bei einer Temperatur von 10 bis 14° R. umgekehrt hingestellt. Nach 4—6 Wochen trat in den beiden Fläschchen, welche nicht ausgeglühte Luft enthielten, die Gärung ein und zeigte sich dadurch, dafs die Fläschchen, da sie umgestülpt waren, weggeschleudert wurden. Die beiden anderen Fläschchen stehen auch jetzt noch, nach der doppelten Zeit, ganz ruhig.[1])

Es ist also auch bei der Weingärung wie bei der Fäulnis nicht der Sauerstoff, wenigstens nicht allein der Sauerstoff der atmosphärischen Luft, welcher dieselbe veranlafst, sondern ein in der atmosphärischen Luft enthaltener, durch Hitze zerstörbarer Stoff.

Es drängte sich sofort der Gedanke auf, dafs vielleicht auch die Weingärung eine Zersetzung des Zuckers sei, welche durch die Entwicklung von Infusorien oder irgend einer Pflanze veranlafst werde. Da Extr. Nucis vom. spir. ein Gift für Infusorien, nicht für Schimmel ist, Arsenik aber nicht nur Infusorien. sondern auch die meisten Schimmelarten tötet, so wurden zunächst diese Stoffe angewandt, um vorläufig auszumitteln, ob ich meine Aufmerksamkeit mehr auf Infusorien oder auf Pflanzen zu richten hätte. Es ergab sich, dafs nicht das Extr. Nucis vom., wohl aber einige Tropfen einer Auflösung von arsenigsaurem Kali die Weingärung aufheben. Es war also wahrscheinlicher, eine Pflanze zu erwarten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Bierhefe zeigten sich darin die bekannten Körnchen, welche das Ferment bilden; allein, ich sah zugleich die meisten derselben in Reihen zusammenhängen. Auf einer solchen Reihe stehen gewöhnlich ein oder mehrere andere Reihen schief auf. Häufig sieht man auch zwischen zwei Körnchen einer Reihe seitwärts ein kleines Körnchen aufsitzen, als Grundlage einer neuen Reihe, und meistens

---

[1]) Spätere Wiederholungen dieses Versuches zeigten mir, dafs derselbe nicht immer so gut gelingt und zuweilen in keinem der Gläschen Gärung eintritt (wenn man sie nämlich zu lange gekocht hat), zuweilen auch in den Gläschen, die ausgeglühte Luft enthalten, die Flüssigkeit gärt. Dies wird indessen leicht erklärlich durch die Art, wie die Versuche angestellt wurden, indem von der Oberfläche des Quecksilbers, obgleich dies unmittelbar vorher stark erhitzt worden war, und namentlich bei dem Lüften und Wiederaufsetzen des Stöpsels leicht etwas ungekochte organische Substanz eindringen konnte. Die bei der Fäulnis angewandte Methode war hier nicht anwendbar, weil dazu langes Kochen erforderlich ist. Ich würde deshalb das obige Resultat nicht aussprechen, wenn nicht, nachdem einmal die Existenz einer Pflanze sich herausgestellt hat, dieses Resultat aus der Analogie mit der Fäulnis- und Schimmelbildung höchstwahrscheinlich wäre. Die Sache wird sich indessen durch eine andere sicherere Methode entscheiden lassen.

befindet sich an dem letzten Körnchen einer Reihe ebenfalls ein kleines, zuweilen etwas in die Länge gezogenes Körperchen. Kurz, das Ganze hat grofse Ähnlichkeit mit manchen gegliederten Pilzen und ist ohne Zweifel eine Pflanze.

Herr Prof. Meyen, der diese Substanz auf meine Bitte ebenfalls zu untersuchen die Güte hatte, war ganz derselben Meinung und äufserte sich dahin, dafs man nur zweifelhaft sein könne, ob es mehr für eine Alge oder für einen Fadenpilz zu halten sei, welches letztere ihm wegen des Mangels an grünem Pigment richtiger schien.

Die Bierhefe besteht fast ganz aus diesen Pilzen. In frisch ausgeprefstem Traubensaft ist nichts derartiges vorhanden. Setzt man denselben aber einer Temperatur von ungefähr 20° R. aus, so finden sich schon nach 36 Stunden einige solcher Pflanzen darin, die aber erst aus wenigen solcher Körner bestehen. Diese wachsen sichtbar unter dem Mikroskop, so dafs man schon nach $^1/_2$—1 Stunde die Zunahme des Volumens eines sehr kleinen Körnchens, welches auf einem gröfseren aufsitzt, beobachten kann. Erst einige Stunden später, als man die ersten dieser Pflanzen beobachtet, zeigt sich die Gasentwickelung, weil die erste Kohlensäure im Wasser aufgelöst bleibt. Die Bildung solcher Pflanzen nimmt nun im Verlauf der Gärung sehr zu und nach Beendigung derselben setzen sie sich in grofser Quantität als ein gelblich-weifses Pulver zu Boden. Sie zeigen gröfstenteils einige geringe Verschiedenheiten von den Pilzen in der Bierhefe. Nur einige stimmen ganz mit denselben überein; bei den meisten andern nähern sich die Körnchen mehr der runden Form und liegen nicht so regelmäfsig in geraden Linien. Endlich ist die Zahl der einzelnen Körnchen und solcher, wo aus einem einzelnen Körnchen nur noch ein zweites kleines Körnchen hervorwächst, weit gröfser, als dies in der Bierhefe der Fall ist. Die Beobachtung ihres Wachsens läfst aber über ihre Natur als Pflanzen keinen Zweifel.[1])

Aus diesen Versuchen lassen sich demnach folgende Tatsachen als die Hauptsache festsetzen:

1. Eine gekochte organische Substanz oder eine gekochte, vorher gärungsfähige Flüssigkeit gerät nicht in Fäulnis resp. in Gärung, wenn auch hinlänglicher Zutritt von atmosphärischer Luft, die aber ausgeglüht worden ist, stattfindet.
2. Zur Fäulnis wie zur Gärung, überhaupt zu Prozessen, wobei neue Tiere oder Pflanzen zum Vorschein kommen, mufs entweder unge-

[1]) Wird Zuckerauflösung mit Muskelfleisch, Urin oder Leim längere Zeit hingestellt, so entstehen darin ähnliche Pflanzen, aber in geringerer Zahl, meistens kleiner und gleichsam verkrüppelt.

kochte organische Substanz da sein oder nicht ausgeglühte atmosphärische Luft zugeführt werden.[1])

3. In ausgepreſstem Traubensaft tritt die sichtbare Gasentwicklung als Zeichen der Gärung ein, bald nachdem die ersten Exemplare eines eigentümlichen Fadenpilzes, den man Zuckerpilz nennen könnte, sichtbar geworden sind. Während der Dauer der Gärung wachsen diese Pflanzen und vermehren sich der Zahl nach.
4. Wird Ferment, welches schon gebildete Pflanzen enthält, in eine Zuckerauflösung gebracht, so treten die Erscheinungen der Gärung sehr bald ein, viel schneller, als wenn sich diese Pflanzen erst bilden müssen.
5. Gifte, die nur für Infusorien, nicht für niedere Pflanzen tödlich sind (Extr. Nucis vom. spir.), hindern die Erscheinungen, welche die mit Infusorienentwicklung verbundene Fäulnis charakterisieren, nicht die Weingärung und die Fäulnis mit Schimmelbildung; Gifte, die für Tiere und Pflanzen tödlich sind (Arsenik), hindern die Fäulnis sowohl als die Weingärung.[2])

Der Zusammenhang zwischen der Weingärung und der Entwicklung des Zuckerpilzes ist also nicht zu verkennen, und es ist höchstwahrscheinlich, daſs letzterer durch seine Entwicklung die Erscheinungen der Gärung veranlaſst. Da aber zur Gärung, auſser dem Zucker, ein stickstoffhaltiger Körper notwendig ist, so scheint es, daſs dieser ebenfalls eine Bedingung zum Leben jener Pflanzen ist, wie es denn an und für sich schon wahrscheinlich ist, daſs jener Pilz Stickstoff enthält. Die Weingärung wird man sich demnach so vorstellen müssen als diejenige Zersetzung, welche dadurch hervorgebracht wird, daſs der Zuckerpilz dem Zucker und einem stickstoffhaltigen Körper die zu seiner Ernährung und zu seinem Wachstum notwendigen Stoffe entzieht, wobei die nicht in die Pflanze übergehenden Elemente dieser Körper (wahrscheinlich unter mehreren anderen Stoffen) vorzugsweise sich zu Alkohol verbinden. Aus dieser Erklärung ergeben sich die meisten über die Weingärung gemachten Beobachtungen sehr natürlich. Doch beschränke ich mich hier, da die Untersuchung noch nicht beendigt ist, auf diese vorläufigen Mitteilungen und verweise über das Weitere, sowohl die Gärung als die Fäulnis und

---

[1]) Es scheint selbst, daſs Blut (ungekocht), unmittelbar aus den Gefäſsen eines lebenden Tieres in ein Gefäſs geleitet, welches atmosphärische Luft enthält und vorher der Siedehitze des Wassers ausgesetzt war, nicht fault. Doch bedarf dieser Versuch noch einer mehrmaligen Wiederholung.

[2]) Die künstliche Verdauung von Eiweiſs wird durch arsenigsaures Kali in solcher Quantität, wie es hinreicht zur Verhinderung der Fäulnis, nicht gehindert.

generatio aequivoca betreffend, auf meine bald herauszugebenden „Physiologischen Beiträge“.

---

Der Text des hier gegebenen Aufsatzes ist der unveränderte Abdruck einer Abhandlung, die in den ersten Tagen des Februar d. J. von Herrn Prof. Müller in meinem Namen in der hiesigen Gesellschaft naturforschender Freunde vorgelesen wurde. Bald danach erhielt ich das Institut vom 23. November 1836, woraus ich ersah, dafs Cagniard-Latour[1]) ähnliche, mir bis dahin unbekannte Beobachtungen über die Gärung des Bieres gemacht hatte. Er beobachtete in der Maische eine halbe Stunde nach dem Zusatz der Hefe isolierte Kügelchen, denen der Hefe ähnlich. Eine Stunde später fanden sich einige doppelte Kügelchen, d. h. solche, an denen ein sekundäres Kügelchen wie durch Expansion des Hauptkügelchens hervorgetrieben zu sein schien. Später waren gar keine einfachen Kügelchen mehr zu sehen, die doppelten Kügelchen waren gleich grofs und endlich hingen selbst drei, vier und mehr Kügelchen zusammen. Zugleich vermehrte sich die Zahl der Kügelchen sehr bedeutend und die ganze Masse der Hefe hatte um das Siebenfache der zuerst zugesetzten Hefe zugenommen. Er schliefst ferner aus der Vergleichung der Kügelchen der Maische mit denen in gärendem Johannisbeer- und Rosinensaft, wo keine Hefe zugesetzt war, dafs die Kügelchen der Maische jünger sind als die der Hefe und dafs letztere während ihrer Wirkung auf die Maische Samen ausschicken, die sich sogleich entwickeln. Auch sah er wirklich zweimal dieses Ausströmen von etwas Flüssigkeit aus einem solchen Kügelchen. Dies ist die Hauptsache der von Cagniard-Latour damals gemachten Mitteilungen über die Gärung. Vor kurzem hat der hochgeachtete französische Gelehrte ein Werk über die Gärung des Bieres herausgegeben, welches aber noch nicht hierher gekommen ist und über dessen Inhalt ich bis jetzt nur aus den politischen Blättern Kenntnis habe. Ich kann daher nicht beurteilen, inwiefern unsere in der Hauptsache übereinstimmmenden Ansichten im Detail zusammentreffen.

---

[1]) Sein betreffender Vortrag ist am 12. November 1836 vor der philomatischen Gesellschaft von Paris gehalten worden; er ist nur inhaltlich, nicht wörtlich im Institut wiedergegeben. Schwann hat indessen einige vorhergehende Mitteilungen von Cagniard-Latour im Institut ganz übersehen (vgl. S. 22—23 dieses Buches). Schr.

In seinem im Jahre 1839 erschienenen Werke, betr. „Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen“, führte Schwann in einer Anmerkung (S. 234—236) noch folgendes aus:

Ich habe es nicht vermeiden mögen, die Gärung als Beispiel anzuführen, da sie die am genauesten bekannte Wirkung der Zellen ist und am einfachsten den Prozeſs darstellt, wie er sich im lebenden Körper an jeder Zelle wiederholt. Für diejenigen übrigens, welche die von Cagniard-Latour und von mir aufgestellte Theorie der Gärung noch nicht anerkennen, kann die Entwicklung aller einfachen Zellen, namentlich der Sporen, als Beispiel dienen, und es soll im Text aus der Gärung kein Schluſs gezogen werden, der sich nicht auch aus der Entwicklung anderer einfacher und auſser Zusammenhang mit einem anderen Organismus sich entwickelnder Zellen, namentlich der Sporen niederer Pflanzen, ziehen läſst. Daſs übrigens die Fermentkügelchen Pilze sind, dafür sind auch alle denkbaren Beweise geliefert. Ihre Form ist die der Pilze, ihre Struktur ist wie die der Pilze, da sie aus Zellen bestehen, von denen viele wieder junge Zellen enthalten, sie wachsen wie Pilze durch Hervortreibung neuer Zellen an ihren Enden, sie pflanzen sich fort wie Pilze, teils durch Lostrennung der einzelnen Zellen, teils durch Erzeugung neuer Zellen in den vorhandenen Zellen und Zerplatzen dieser Mutterzellen. Daſs nun diese Pilze die Ursache der Gärung sind, geht erstens daraus hervor, weil sie konstant bei der Gärung vorkommen, zweitens, weil die Gärung aufhört durch alle Einwirkungen, wodurch nachweisbar die Pilze getötet werden, namentlich Siedehitze, arsenigsaures Kali usw., drittens, weil das den Prozeſs der Gärung erregende Prinzip ein Stoff sein muſs, der durch diesen Prozeſs selbst wieder erzeugt und vermehrt wird, eine Erscheinung, die nur bei lebenden Organismen stattfindet. Auſser der chemischen Analyse sehe ich auch hier die Möglichkeit eines weiteren Beweises nicht ein, es sei denn, daſs man nachweisen könnte, daſs Kohlensäure und Alkohol sich nur an der Oberfläche der Pilze bilden. Ich habe eine Reihe von Versuchen angestellt, um dies nachzuweisen, die aber bis jetzt ihrem Zweck noch nicht vollständig entsprochen haben. Ein langes Reagenzgläschen wurde mit einer schwachen, durch Lackmus schwach blau gefärbten Zuckerauflösung gefüllt und sehr wenig Hefe zugesetzt, so daſs die Gärung erst nach mehreren Stunden beginnen und die Pilze vorher sich auf dem Boden absetzen konnten, so daſs die Flüssigkeit klar wurde. Hier begann nun die Rötung der blauen Flüssigkeit (durch sich bildende, aber aufgelöst bleibende Kohlensäure) wirklich vom Boden des Gläschens. Wurde anfangs ein Steg in der Mitte des Gläschens angebracht, so daſs auch darauf Pilze sich ablagern konnten, so begann sie vom Boden und von diesem Steg. Hieraus folgt wenigstens, daſs ein unaufgelöster Stoff, der schwerer ist als Wasser, die Gärung ver-

anlafst; es wurde nun der Versuch im kleinen unter dem Mikroskop wiederholt, um zu sehen, ob gerade von den Pilzen die Rötung ausgeht. Allein hier war die Farbe wegen ihrer Blässe nicht mehr zu unterscheiden, und wurde die Flüssigkeit intensiver gefärbt, so trat keine Gärung ein. Es ist indessen wahrscheinlich, dafs sich ein Reagens auf Kohlensäure finden lassen wird, welches sich zur mikroskopischen Beobachtung eignet und die Gärung nicht stört. Übrigens dürfte die vorliegende Untersuchung über den Bildungsprozefs der Organismen vielleicht einiges dazu beitragen, auch der fraglichen Theorie der Gärung bei den Chemikern mehr Eingang zu verschaffen.

## II.

# Charles Cagniard-Latour,

**auch Cagniard de la Tour und Cagniard de La Tour geschrieben, wurde im Jahre 1777 in Paris geboren und ist im Jahre 1859 daselbst gestorben. Seit 1818 war er Baron, ohne aber sich in seinen wissenschaftlichen Veröffentlichungen als solchen zu bezeichnen. Von Hause aus Ingenieur, hat er eine gröfsere Anzahl Abhandlungen meist physikalischen Inhalts veröffentlicht; er war eine Zeit lang Attaché des Staatsrats und des Ministeriums des Innern und gehörte der Akademie der Wissenschaften in Paris an.**

---

Cagniard-Latour hat, soweit bekannt, nur eine gröfsere Arbeit über die Gärung geliefert; damit scheint sein Interesse an der Sache erschöpft gewesen zu sein. Bereits Brefeld hat anerkannt, dafs Cagniard-Latour sowohl wie Schwann mit klarer Fragestellung nach der Ursache der Gärung oder, mit anderen Worten, nach den Beziehungen zwischen Hefe und Gärung geforscht haben, obgleich er die Untersuchungen des letzteren höher einschätzte als die des ersteren. In ihren Schlufsfolgerungen bezüglich der Hefe und Gärung stimmen beide Forscher im wesentlichen überein. Wir bringen im folgenden die Übersetzung von Cagniard-Latours Abhandlung; über den Beginn und den Fortgang seiner Arbeiten gibt die Anmerkung am Schlusse der Abhandlung einige Auskunft.

---

## Abhandlung über die weinige Gärung.

Der Akademie der Wissenschaften vorgelegt am 12. Juni 1837

von

**Cagniard-Latour.**[1]

Im Jahre[2] VIII hatte die Klasse der physikalischen und mathematischen Wissenschaften des Instituts die folgende Frage als Preisaufgabe aufgestellt: Welches sind die Kennzeichen, durch welche sich bei den pflanzlichen und tierischen Substanzen diejenigen, welche als Gärmittel

---

[1]) Annales de Chimie et de Physique 1838, Bd. 68, S. 206 ff.

[2]) D. h. im Jahre 1799. Schr.

(ferment) dienen, sich von denjenigen unterscheiden, auf welche sie die Gärung (fermentation) übertragen. Der Preis bestand in einer Medaille im Werte von 1 kg Gold, d. h. von etwas über 3000 Franken; dieser Preis ist im Jahre X wiederholt angeboten worden; nachher wurde er aber im Jahre XII, wie alle diejenigen der anderen Klassen, zurückgezogen, weil infolge eines unvermuteten Ereignisses das Institut der Mittel beraubt wurde, aus welchen diese Preise bezahlt werden sollten.

Die die Gärung betreffende Frage war ungelöst geblieben und sie kann daher heute noch für ebenso interessant gelten, als zu der Zeit, wo sie der Gegenstand eines Wettbewerbes war; aus diesem Grunde und in der Überzeugung, dafs der Wettbewerb in erster Linie auf die wichtigste Gärung, d. h. diejenige, deren Wirkung in der Umwandlung der Zuckersubstanz in Alkohol und Kohlensäure, mit einem Worte auf die weinige Gärung abzielte, habe ich über das, was sie betrifft, eine Reihe von Untersuchungen angestellt, indem ich jedoch einen anderen Weg einschlug, als man es bisher getan hatte, d. h. indem ich die Erscheinungen dieses Vorganges mit Hilfe des Mikroskops studierte.

Die Chemiker wissen, dafs, wenn man frische Bierhefe mit einer Zuckerlösung mischt und diese Mischung in einem Gefäfs, welches selbst geschlossen sein kann, wie z. B. in einer mit Woulfschem Rohr versehenen Flasche, einer Temperatur von etwa 25 Zentigraden aussetzt, in Zeit von wenigen Augenblicken, d. h. einigen Minuten die Auflösung gewöhnlich den Anfang von Gärung zeigt, deren Gang reifsend wächst, wenn die Hefengabe ein wenig grofs ist, dafs indessen unter denselben Umständen die weinige Gärung nicht einmal innerhalb sehr langer Zeit einsetzt, wenn die Lösung keine Hefe enthält und der Zucker dieser Lösung rein ist.

Es erschien daher ratsam, zunächst eine mikroskopische Untersuchung der Materie vorzunehmen, welche die Eigenschaft besitzt, den Zucker in Gärung zu versetzen; diese Untersuchung hat mich, wie aus dem Briefe zu ersehen war, welchen ich die Ehre hatte am 27. April 1835 an die Akademie zu richten, zu der Erkenntnis geführt, dafs die Körner, aus welchen sie sich zusammensetzt, eine Kugelform besitzen, woraus ich schlofs, dafs diese Körner sehr wahrscheinlich organisiert seien.[1])

---

[1]) Als ich mich vor mehr als 25 Jahren mit Untersuchungen über bessere Mittel für die Alkoholerzeugung beschäftigte, indem ich Abkochungen verschiedener grasartiger Substanzen gären liefs, prüfte ich aus Mifsbegierde die frische Hefe mittels Mikroskops. Das Instrument, dessen ich mich bediente, war sehr unvollkommen; auch war ich der Meinung, dafs diese Hefe wie ein sehr feiner Sand aus kristallähnlichen Körnern zusammengesetzt sei; doch ist es jetzt klar, dafs ich mich in einem Irrtum befand.

Die Mehrzahl der in dieser Abhandlung dargelegten mikroskopischen Beobachtungen sind mit einem von Herrn Georg Oberhauser konstruierten

So aufmerksam ich diese Kügelchen auch beobachtet habe, welche im allgemeinen einfach, durchscheinend, kugelrund oder in sehr geringem Maſse länglich und fast farblos sind, so konnte ich sie doch niemals Bewegungen ausführen sehen, welche als äuſsere Zeichen ihrer Freiwilligkeit aufgefaſst werden konnten. Andrerseits können die Kügelchen der Hefe, worauf ich gleich aufmerksam machen werde, in einer Flüssigkeit zum Vorschein kommen, worin man sie, ehe die weinige Gärung ihren Anfang nahm, nicht wahrnehmen konnte. Wenn nun Körper von kugelförmiger Gestalt, d. h. solche, die keine Kristalle sind, in einer schleimigen Flüssigkeit entstehen, welche, bevor sie sich verändert hatte, ganz und gar keine Kügelchen in sich entdecken lieſs, so betrachten die Mikroskopiker diese so einfachen Körper gewöhnlich als Pflanzen; so verfuhr auch Herr Turpin hinsichtlich der Protospherien, welche sich in einem leimartigen Produkt entwickelt hatten, woran ich in dem oben erwähnten Briefe erinnert habe. Zeitschrift Institut, No. 103.[1])

Man kann es daher als sehr wahrscheinlich betrachten, daſs die Hefenkügelchen organisiert sind und dem Pflanzenreich angehören; diese Annahmen scheinen übrigens, wie man sehen wird, durch verschiedene Beobachtungen bestätigt zu werden, über welche weiter unten berichtet werden wird.

Aber diese Pflanzen — wenn man denn doch diesen Namen einfachen Bläschen beilegen darf — sind äuſserst klein; denn unter den Kügelchen verschiedener Gröſse, aus welchen sich die Hefe zusammensetzt, überschreitet der Durchmesser derjenigen, welche die letzte Stufe ihrer Entwicklung erreicht zu haben scheinen, gewöhnlich nicht einen Hundertstelmillimeter; sie stehen übrigens ihrer Mehrzahl nach unterhalb dieser Gröſse, derart, daſs sich in einem Kubikmillimeter lediglich dickteigiger Hefe wahrscheinlich wenigstens eine Million dieser kugelförmigen Einzelwesen befinden.

Indem ich von der Voraussetzung ausging, daſs die Kügelchen der Hefe die Fähigkeit der Fortpflanzung haben müſsten, stellte ich verschiedene Versuche an, um mich in dieser Hinsicht zu überzeugen. Die ersten in sehr kleinem Maſsstab ausgeführten Versuche miſslangen, nicht so aber

---

Mikroskop angestellt. Die Vergröſserungen, deren ich mich bediente, waren in der Regel 300—400fach. Um den Durchmesser der Kügelchen zu bestimmen, führte ich in dieses Instrument ein Mikrometer-Okular von Herrn Charles Chevalier ein. Ich füge hinzu, daſs dieser Optiker mir eines seiner Mikroskope von Amini gütigst in einigen Fällen zur Verfügung stellte, wo es mir nützlich schien, diese Kügelchen mit noch stärkeren Vergröſserungen als den genannten zu prüfen.

[1]) In dieser Mitteilung, welche in der Sitzung der Akad. den Wissensch. vom 27. April 1835 bekannt gegeben wurde, rechnet Cagniard-Latour die Bierhefe noch zum Tierreich. Schr.

war es mit zwei anderen, welche ich anstellte, und zwar den einen mit einem Bottich von etwa zehn Hektolitern Porter-Würze, wozu mir in dankenswerter Weise Herr Leperdriel, Eigentümer der englischen Brauerei in der Avenüe von Neuilly No. 19, die Mittel gütigst zur Verfügung stellte, und den anderen mit einer kleineren Menge gleicher Würze.

Ich füge hier eine Mitteilung der verschiedenen Beobachtungen[1]) bei, zu welchen mich diese Versuche geführt haben und aus welchen hauptsächlich hervorgeht, dafs 1. die Kügelchen der Hefe infolge der Entbindung von Gas, welche sie in der Bierwürze verursachen, an die Oberfläche steigen und viele der Kügelchen in dem reichlich bei der Gärung entwickelten Schaum hängen bleiben, in welchem man sie mit Hilfe des Mikroskops infolge ihrer lichtstrahlenden Eigenschaften, welche sie auszeichnen, leicht unterscheiden kann; und dafs 2. diese Kügelchen während ihrer Wirkung auf die Bierwürze kleiner werden und infolge ihrer Zusammenziehung wahrscheinlich Sämchen oder reproduzierende Körper aussenden, weil man innerhalb kurzer Zeit in dieser Würze neue Kügelchen wahrnimmt, welche, obgleich von ziemlich bedeutendem Durchmesser, nebelhaft oder, wenn man will, weniger leicht sichtbar sind; diese Kügelchen, welche anfangs nicht zu bemerken waren, besitzen die Eigentümlichkeit, dafs sie die Fähigkeit zu haben scheinen, sich durch Knospen oder Verlängerung ihres eigenen Gewebes zu vermehren und auf diese Weise vervielfachte Kügelchen zu bilden, d. h. zu je zwei, drei und manchmal auch in gröfserer Zahl miteinander verbunden sind, welcher Umstand offenbar meine Annahme zu bestätigen scheint, dafs die Hefekügelchen organisiert sind und zum Pflanzenreich gehören.

Da ich es aufsergewöhnlich gefunden habe, dafs die Kügelchen der Saathefe der Kraft, sich durch die Ausdehnung ihres Gewebes zu vermehren, beraubt sind, während die jüngeren Individuen sich dieses Vermögens erfreuen, so befragte ich Herrn Turpin, ob man beobachtet habe, dafs eine ähnliche Verschiedenheit hinsichtlich anderer mikroskopischer Gebilde bestehe, welche aus einzelnen Kügelchen zusammengesetzt sind; aber nach der Antwort dieses Akademikers zu schliefsen, scheint meine Beobachtung neu zu sein.

In der Mitteilung, von welcher ich eben sprach, fügte ich die Bemerkung bei, dafs ich von Stunde zu Stunde Proben von Porter nach Mafsgabe ihrer Entnahme aus dem Bottich mit Aufmerksamkeit untersuchte und dabei die Wahrnehmung machte, dafs nach Ablauf der ersten Stunde seit dem Zusatz der Hefe die Würze schon doppelte Kügelchen enthielt, d. h. Kügelchen, auf deren jedem man ein zweites kleineres Kügelchen

---

[1]) Siehe die Zeitschrift Institut, No. 185. (Man vergleiche auch damit den Auszug, welchen Schwann davon geliefert hat, oben S. 9. Schr.)

wahrnahm, dafs aber dieses letztere ein wenig später schon zugenommen zu haben schien, während bei mehreren Paaren die zweiten Kügelchen beinahe dieselbe Gröfse besafsen, endlich aber die vierte Probe nur noch verdoppelte Kügelchen aufwies. Ich füge noch bei, dafs ich, um mich zu überzeugen, dafs die Kügelchen der Paare fest miteinander verbunden und nicht nur einander genähert waren, mit Hilfe einer kleinen Pfrieme dem Glase, welches die Kügelchen unter dem Mikroskope bedeckte, Stöfse versetzte, und dafs diese Stöfse, obgleich sie die Kügelchen in grofse Schwingungen versetzten, ihre Verbindung nicht zerstörten; es schien vielmehr, dafs diese Körper beim Älterwerden sich von selbst voneinander trennen, da sie ja in der Hefe des Handels im allgemeinen einzeln vorhanden sind, worauf ich bereits aufmerksam gemacht habe. Da diese spätere Trennung nur einer Äufserung der Lebenstätigkeit zugeschrieben werden kann, so drängt sie, wie mir scheint, den Gedanken in den Hintergrund, dafs die Bildung dieser Kügelchen als die blofse Wirkung einer Kristallisation oder Koagulation von Eiweifs betrachtet werden kann, um so weniger, als im Verlauf der verschiedenen Gärungen, welche ich mit Bierhefe angestellt habe, Fälle auftraten, wo man bei gewissen Kügelchen mehrere Wärzchen und manchmal einen runden oder ovalen Fleck bald in der Mitte und bald seitlich unterscheiden konnte, welche man nach der hier in Frage stehenden Trennung als eine kleine Narbe oder einen nabelartigen Fleck ansehen kann.

Ich habe vermutet, dafs die Hefe, obgleich sie Stickstoff enthält, dem Pflanzenreich angehört, wobei ich mich hauptsächlich auf die Tatsache stützte, dafs die Kügelchen, aus welchen sie sich zusammensetzt, keine Ortsveränderung aufweisen. In dieser Hinsicht hat man mir entgegengehalten, dafs, da gewisse Tiere der gleichen Bewegung ebenfalls beraubt sind, die Annahme erlaubt erscheint, dafs auch unter den mikroskopischen Tieren sich solche finden und daher auch vielleicht die Kügelchen der Hefe zu dieser Gattung gehören. Aber es dürfte doch wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben, dafs die Hefe dem eigentlichen Tierreich angehört, wenn man bedenkt, dafs erstens diese Substanz bei ihrer Einwirkung auf den Zucker ihren Stickstoff verliert, wie schon vor sehr langer Zeit Herr Thenard entdeckt hat (Annales de Chimie, Jahrg. XI, S. 313), und dafs zweitens alle Pflanzen in ihrem ursprünglichen Zustand bei der Destillation unmittelbar Ammoniak liefern, dafs zudem die stickstoffhaltige Substanz völlig davon befreit und dabei das pflanzliche Gewebe isoliert werden kann. (Abhandlung von Payen, Recueil des savans étrangers, 1834.)

Ich will hinzufügen, dafs ich mehrere im Safte weifser Johannisbeeren eingetretene Veränderungen sorgfältig beobachtet habe, welchen ich nach seiner Filtration in einer geschliffenen, mit Kork verschlossenen Flasche aufbewahrt hatte; ich bemerkte nämlich wenige Tage nach dieser

Abfüllung viele ziemlich grofse Tierchen in der Flüssigkeit, welche jedoch, so lebhaft sie auch anfangs waren, sobald die weinige Gärung einsetzte, matt wurden und schliefslich verschwanden, was ebenfalls den Gedanken abweist, dafs die Hefekügelchen dem Tierreich angehören könnten. Mithin mufs ich mich nach dieser Beobachtung für die Ansicht entscheiden, dafs die sehr feinen Körperchen, welche den Bodensatz des Tavel[1]) bilden, von dem ich in meinem Briefe an die Akademie gesprochen habe, leblose und fast amorphe Teilchen, nicht aber kleine Tierchen sind, wie ich auf Grund ihrer kleinen Bewegungen vermutet hatte.

Die Kügelchen der Hefe besitzen, wie es scheint, die Fähigkeit, sich sehr schnell zu entwickeln, denn ein wenig von der Würze (moût) aus dem Bottich, wovon ich eben gesprochen habe, zeigte schon 8 Stunden nach der Anstellung mit Hefe beim Untersuchen mittels des Mikroskops bei einer dreihundertfachen Vergröfserung 80—100 Kügelchen, während man sofort nach der Anstellung mit Hefe im Durchschnitt nur 18 Kügelchen darin wahrnehmen konnte.

Nachdem man zudem die ganze Hefenmenge des Porterbottichs gesammelt hatte, welche sich während der Gärung hatte bilden können, stellte sie sich als fast 7 mal so grofs als die der benutzten Anstellhefe heraus, was ersichtlich mit den Ergebnissen meiner mikroskopischen Untersuchung übereinstimmt.

Angesichts der Schnelligkeit, mit welcher der die Aussaat übertreffende Überschufs an Hefe erhalten worden ist, liegt aller Anlafs zu der Überzeugung vor, dafs dieser Überschufs hauptsächlich auf die Fortpflanzung (Reproduktion) der Hefekügelchen selbst zurückzuführen ist, indem die Kügelchen in der Flüssigkeit, worin sie enthalten waren, die geeignete Nahrung fanden, um ihre Fortpflanzung zu begünstigen. Keinem Brauer ist es unbekannt, dafs die Bierwürze gewöhnlich einen höheren Gewichtsertrag an Hefe liefert, als an Stellhefe angewandt worden ist; man vermutete jedoch, dafs diese Vermehrung von einer Ausfällung pflanzlichen Eiweifses herrühre, welches die Würze enthält, und diese Erklärung konnte um so mehr begründet erscheinen, als gewöhnlich die Würze von Porter und von starken Bieren überhaupt im allgemeinen mehr Hefe als diejenige gewöhnlichen Bieres liefert.

Während jedoch die Bierwürze ein Medium darstellt, in welchem die Fortpflanzung der Kügelchen sehr leicht von statten geht, verhält es sich, wie es scheint, nicht ebenso mit einfachen Zuckerlösungen, denn die in diesen Lösungen tätige Hefe vermehrt ihr Gewicht nicht und verliert zudem bekanntlich von ihrer Wirksamkeit.

---

[1]) Tavel ist die Bezeichnung eines geschätzten Weines, welcher in der Umgebung von Tavel gezogen wird. Schr.

Um mich von dem Grunde dieser Verschlechterung zu überzeugen, habe ich mit dem Mikroskope eine Hefe untersucht, mit welcher ich nacheinander zwei Gärungen von Zucker in verschlossenen Gefäfsen vorgenommen hatte, wobei ich erkannte, dafs diese Hefe, welche nur noch ein sehr mittelmäfsiges Gärmittel darstellte, eine gewisse Menge von amorphen Trümmerresten enthielt, welche ohne Zweifel von desorganisierten Kügelchen herrührten, und dafs diejenigen Kügelchen, deren Form noch erkenntlich geblieben, im allgemeinen etwas trübe aussahen und veränderte Umrisse hatten; wenn es daher den Anschein hat, dafs die Hefe nach ihrer Wirkung auf den Zucker weniger kräftig ist, obgleich sie nur sehr wenig an Gewicht verloren hat, so kommt das daher, dafs sie weniger gesunde oder lebendige Kügelchen enthält, woraus man den sehr wahrscheinlichen Schlufs ziehen kann, dafs die Kügelchen der Hefe das Gleichgewicht der den Zucker bildenden Bestandteile zerstören und auf diese Weise allmählich seine Umwandlung in Alkohol und Kohlensäure herbeiführen. Wir fügen noch hinzu, dafs diese Kügelchen jener Gattung von Pflanzen anzugehören scheinen, welche infolge Wasserentziehung durchaus nicht zu Grunde gehen, denn die an der Luft getrocknete Hefe hört bekanntlich nach langer Zeit noch nicht auf, ein sehr gutes Gärmittel zu sein.

Herr Gay-Lussac macht in dem Auszug seiner Abhandlung über die Gärung hinsichtlich der weinigen Gärung die Bemerkung, sie scheine noch eine der geheimnisvollsten Wirkungen der Chemie zu sein, und zwar hauptsächlich deshalb, weil sie sich nach und nach vollzieht (Annal. de Ch. 1810). Man kann nunmehr beurteilen, wie berechtigt die Bemerkung dieses Gelehrten war, nachdem meine Untersuchungen zu der Vorstellung geführt haben, dafs die Gärung eine Folge einer pfanzlichen Tätigkeit ist (résulte d'un phénomène de végétation).

Derselbe Gelehrte zeigt auch an den Ergebnissen verschiedener Versuche, dafs der Sauerstoff einen grofsen Einflufs auf die Entwicklung der Gärung in gewissen Flüssigkeiten, namentlich im Safte der Weintraube ausübt, und dafs der Sauerstoff zwar für ihre Einleitung, nicht aber für ihre Fortsetzung notwendig ist. Auf Grund dieser Entdeckung und verschiedener Überlegungen, unter anderen derjenigen, dafs die Bierhefe die Gärung zuckerhaltiger Substanzen unter dem Einflufs von Sauerstoff hervorrufen kann, äufsert Gay-Lussac die Meinung, das Gärmittel (le ferment) könne in einer grofsen Anzahl von Substanzen sich in festem Zustand, jedoch in einer besonderen Beschaffenheit (état) befinden, welche von derjenigen der Bierhefe verschieden ist.

In der Absicht, einige Tatsachen über die Natur dieser Verschiedenheit zu gewinnen, habe ich den folgenden Versuch gemacht, dessen Ergebnisse, wie man sehen wird, zu zeigen scheinen, dafs die Meinung dieses Gelehrten begründet ist.

So habe ich nach seinem Verfahren Traubensaft, welchen ich zu diesem Zwecke unter einer mit Wasserstoffgas gefüllten Glocke ausgeprefst hatte, während mehr als vierzehn Tagen über Quecksilber aufbewahrt; nach Ablauf dieser Zeit untersuchte ich mit dem Mikroskop ein wenig von dem Niederschlag, welchen der Saft abgesetzt hatte und fand, dafs er nahezu amorph war; als ich aber den gleichen Versuch anstellte, nachdem ich durch die Einführung von ein wenig Sauerstoff unter die Glocke die weinige Gärung des Traubensaftes hervorgerufen hatte, habe ich im Bodensatz viele Kügelchen gefunden. Man könnte daher versucht sein zu vermuten, 1. dafs die Samen dieser kleinen Pflanzen einen Teil der Substanz des Bodensatzes ausmachen, 2. dafs sie noch keinerlei Keime besitzen, während sie in den Beeren der Weintraube eingeschlossen sind, und 3. dafs die Keimung ihren Anfang nimmt, sobald sie dem Einflufs von Sauerstoffgas ausgesetzt werden, und dafs sie infolge dieses Anfanges der Entwicklung fähig werden, wie Bierhefe zu wirken.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich daran erinnern, dafs Herr Thenard bei der Filtration des Saftes von Johannisbeeren, welcher aus den Beeren zwischen einem stark beschwerten Gewebe ausgeprefst war, auf dem Filter eine Masse sammelte, welche fast zu einem Sechstel ihres Gewichts aus Hefe bestand, obgleich sie mehrmals gewaschen worden war, ehe sie mit einer Zuckerlösung probiert wurde; also bleibt nach diesem Ergebnis und meinen mikroskopischen Beobachtungen über die Gärmittel kein Raum mehr für den Zweifel, dafs die beobachteten Kügelchen im Bodensatz des Weintraubensaftes, von dem ich oben gesprochen habe, wenn nicht alle, so doch teilweise aus den Elementen (élémens) sich bilden konnten, welche in dem Stoffe des Bodensatzes selbst enthalten sind.

Nach meiner vorhergehenden Darlegung über die Vermehrung der Hefekügelchen in der Porterwürze kann sie, wie es scheint, nicht mehr in Zweifel gezogen werden; gleichwohl hat mir gegenüber ein Physiker den Einwand erhoben, dafs man nach Herrn Milne Edwards imstande sei, durch zweckmäfsiges Erhitzen einer mit Wasser hergestellten verdünnten Lösung von Eier-Eiweifs in dieser Kügelchen zum Vorschein kommen lassen könne, welche vorher nicht vorhanden waren.[1] Es wäre also, wie er beifügte, die Annahme gestattet, dafs die Hefe, weil sie eine stickstoffhaltige Substanz ist, durch die Koagulation irgend eines pflanzlich-tierischen Stoffes entsteht, welcher in der Bierwürze enthalten ist, und dafs folglich die Kügelchen, aus welchen sie sich zusammensetzt, keine andere lebendige Organisation besitzen als die Kügelchen, welche mit Hilfe von koaguliertem Eier-Eiweifs durch die Wirkung der Wärme erhalten werden.

---

[1]) Annales des Sciences naturelles 1826.

Um mich hierüber aufzuklären, brachte ich in eine auf einem Sandbad stehende Schale, welche auf etwa 90 Zentigrade erhitzt war, eine Mischung von 50 g Wasser und einem g Eier-Eiweifs; als ein Teil des Eiweifses infolge der Wärme koaguliert war, nahm ich die Schale weg und prüfte nach dem Abkühlen mit dem Mikroskop ein wenig von dem sehr dünnen Häutchen, welches sich auf der Oberfläche gebildet hatte; ich fand in der Tat, dafs dieses Häutchen eine Art von Kügelchen enthielt, deren Durchmesser im Mittel ein Hunderstelmillimeter betrug; aber sie hatten im allgemeinen etwas Kristallähnliches an sich und in keinem von ihnen waren Körnchen oder ein nabelförmiger Fleck zu unterscheiden.

Aufserdem überliefs ich Porterwürze in einem geschlossenen Gefäfs einer freiwilligen Gärung, das heifst, ohne Anstellhefe zuzufügen. Wie nach den Versuchen des Herrn Thenard, auf welche ich gleich zurückkommen werde, zu erwarten war, hat diese Würze, obwohl sie filtriert war, infolge ihrer weinigen Gärung eine Ablagerung von Hefe gebildet, und ich fand bei deren Prüfung mit dem Mikroskop, dafs sie aus Kügelchen zusammengesetzt war, welche denjenigen gewöhnlicher Hefe entsprachen. Da nun diese Gärung langsamer als diejenigen in den Brauereien sich vollzog, so hätten zufolge der Hypothese, wonach diese Kügelchen sich durch eine Art Eiweifskoagulation würden gebildet haben, einige von ihnen sehr grofs oder wenigstens etwas kristallförmig, ungefähr wie die Kügelchen des koagulierten Eier-Eiweifses sein müssen, aber das war nicht der Fall. Andrerseits findet man, dafs in diesem Niederschlag die Kügelchen nicht in derselben Allgemeinheit von der gleichen Gröfse wie bei der gewöhnlichen Hefe sind, was für die Annahme einer organischen Bildung sogar günstig ist, denn man begreift, dafs bei einer Hefe, welche innerhalb einer längeren Zeit entstanden ist, die Kügelchen von sehr verschiedenem Alter sein müssen.

Dieselbe Erfahrung habe ich mit einer Flasche gemacht, welche ich vorher mit Kohlensäure gefüllt hatte; die Gärung entwickelte sich langsamer, aber im übrigen hatte der erhaltene Bodensatz fast das nämliche mikroskopische Äufsere.

Durch Herrn Thenard weifs man, dafs die Säfte reifer Früchte und im allgemeinen derjenigen Flüssigkeiten, welche die weinige Gärung erleiden, Niederschläge ergeben, welche die nämlichen Eigenschaften wie die Hefe haben (Ann. de Ch. Jahrg. II). Man weifs ferner, dafs eine Zuckerlösung, welcher man Eier-Eiweifs beigemischt hat, wenn man sie eine gewisse Zeit bei einer Temperatur von etwa 35⁰ erhalten hat, die weinige Gärung zeigen und eine Ablagerung von Hefe hervorbringen kann.

Infolge dieser Übereinstimmung vermutete ich, dafs solche Ablagerungen unter dem Mikroskop die nämlichen Züge von Organisation

wie die Bierhefe zeigen müfsten; ich habe deshalb verschiedene Gärungen in geschlossenen Gefäfsen angestellt, namentlich mit dem Safte von Johannisbeeren, Weintrauben, Pflaumen, sowie mit einer Zuckerlösung, welcher Eier-Eiweifs beigemengt war. Die Flüssigkeiten waren vor ihrer Einführung in die betreffenden Apparate filtriert worden. Als ich die erhaltenen Ablagerungen mit dem Mikroskop untersuchte, erkannte ich, dafs jede von ihnen sich grofsenteils[1]) aus Kügelchen zusammensetzte, welche denjenigen der Bierhefe glichen, Ergebnisse, welche, wie man sieht, in merkwürdiger Weise mit den Beobachtungen des Herrn Thenard übereinstimmten.

Alle diejenigen, welche gewohnt sind, sich im grofsen mit der Gärung zu beschäftigen, namentlich die Brauer und die Kornbranntweinbrenner wissen, dafs ihre Ergebnisse trotz aller Sorgfalt, welche sie ihren Verrichtungen angedeihen lassen, aufserordentlich verschieden ausfallen; selbst diese Unregelmäfsigkeiten dürften noch zu gunsten der Hypothese sprechen, dafs die weinige Gärung von mit Leben begabten Körpern hervorgerufen wird; denn wer wüfste nicht, auf wieviel verschiedene Weisen solche Körper beeinflufst werden können.

Man weifs durch Herrn Thilorier, dafs die Kohlensäure mittels eines gewissen Grades von Abkühlung fest gemacht werden kann und dafs in diesem Zustand ihrer Verdichtung ihre Temperatur noch sehr tief unter dem Gefrierpunkt des Quecksilbers[2]) liegt. Da dieser geschickte und scharfsinnige Experimentator die Gefälligkeit hatte, mir eine gewisse Menge seiner fest gemachten Säure zur Verfügung zu stellen, so mischte ich sie mit trockener, in ein sehr feines Pulver verwandelter Hefe und dieselbe ist darauf, obgleich sie auf diese Weise einer sehr niedrigen Temperatur von 60 Zentigraden und vielleicht noch mehr unter dem Nullpunkt ausgesetzt gewesen war, nicht weniger geeignet gewesen, den Zucker ebenso lebhaft zu zersetzen, als Pulver von derselben Hefe, welche jedoch nicht dieser Kälte ausgesetzt worden war.

Vor kurzem liefs ich frische, mit einer gewissen Wassermenge verdünnte Hefe bei einer Temperatur von 5 Zentigraden gefrieren und erkannte dabei ebenfalls, dafs sie nach dieser Kältewirkung auf Zuckerlösungen wie frische gewöhnliche Hefe zu wirken vermochte.

## Zusammenfassung.

Ich habe in die Hauptwerke Einblick genommen, welche von der weinigen Gärung handeln, aber in keinem von ihnen habe ich ersehen

[1]) Neben den Kügelchen waren in gewissen Ablagerungen noch einige andere Körper zu unterscheiden, so z. B. Kristalle in der vom Weintraubensaft herrührenden Ablagerung und amorphe Flocken in derjenigen, welche bei dem Versuch mit dem Eiweifs entstandeu war.

[2]) Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences vom 12. Oktbr. 1835.

können, dafs man die Benutzung des Mikroskops zum Stumdium der Vorgänge, durch welche sie bedingt wird, vorgeschlagen worden ist.[1])

Diese Untersuchung ist, wie man nach den oben dargelegten Forschungen beurteilen kann, nützlich gewesen, da sie mehrere neue Beobachtungen lieferte, aus welchen hauptsächlich hervorgeht, erstens, dafs die Bierhefe, dieses viel benutzte und darum einer genaueren Untersuchung würdige Gärmittel, aus einer Anhäufung kugelförmiger Körperchen besteht, welche sich vermehren können und daher organisiert sind und nicht eine lediglich organische chemische Substanz ist, wie man bisher vermutete; dafs zweitens diese Körper dem Planzenreich anzugehören und sich auf zwei verschiedene Weisen fortzupflanzen scheinen, und dafs sie drittens nur in dem Mafse auf Zucker zu wirken scheinen, als sie sich in einem lebendigen Zustande befinden, woraus man die Folgerung ziehen kann, dafs es wahrscheinlich eine Wirkung ihres Pflanzenlebens (quelque effet de leur végétation) ist, dafs sie aus dieser Lösung Kohlensäure entwickeln und sie in eine alkoholische Flüssigkeit verwandeln.

Ich bemerke aufserdem, dafs die Hefe, als ein organisierter Gegenstand betrachtet, vielleicht die Aufmerksamkeit der Physiologen verdient, in der Richtung, dafs sie erstens entstehen und unter gewissen Umständen mit grofser Geschwindigkeit sich entwickeln kann und zwar mitten in Kohlensäure, z. B. in den Bottichen der Brauer, und dafs zweitens die Weise ihrer Vermehrung Eigentümlichkeiten einer Art bietet, welche bei anderen mikroskopischen, aus isolierten Kügelchen bestehenden Gebilden nicht beobachtet worden ist, und dafs sie drittens durch eine sehr beträchtliche Abkühlung ebensowenig wie durch Wasserentziehung zugrunde geht.

Endlich füge ich zum Schlusse hinzu, dafs die ehemals vom Institut aufgestellte Frage durch die eben mitgeteilten und verschiedene andere Ergebnisse gelöst zu sein scheint, welche ich in den Jahren 1835 und 1836 der philomatischen Gesellschaft[2]) (Société Philomatique) mitgeteilt habe,

---

[1]) Leuwenhoek hatte bereits im Jahre 1680 mit Hilfe des Mikroskops gesehen, dafs die Hefe aus Kügelchen besteht, deren Herkunft er aber den zur Bereitung der Bierwürze benutzten Mehlarten zuschrieb; diese Beobachtung, von welcher ich jedoch erst später als ein Jahr, nachdem ich der Akademie meine Abhandlung überreicht hatte, Kenntnis erhalten habe, hat ihren Urheber nicht zu dem Punkte geführt, welcher am wichtigsten ist und welcher in der Erkenntnis besteht, dafs die Kügelchen befähigt sind, in der Bierwürze während der Gärung zu keimen und zu wachsen. Siehe die Abhandlung des Herrn Turpin in den Comptes rendus der Akademie der Wissenschaften vom 20. August 1838, S. 396.

[2]) Vgl. die Zeitschrift l'Institut, Nummern 158, 159, 164, 165, 166, 167, 185 und 199.

(No. 158:) In der Sitzung vom 18. Juni 1836 erklärte C.-L. zum ersten Male die Bierhefekügelchen für organisierte Wesen, welche wahrscheinlich dem

denn sie führen zu dem Schlusse, dafs die Fermente (les fermens) überhaupt, mindestens aber diejenigen, welche nach Art der Bierhefe die weinige Gärung hervorrufen, aus organisierten mikroskopischen sehr einfachen Körpern zusammengesetzt sind, und dafs die Stoffe, welche sie in Gärung versetzen, lediglich chemische Substanzen sind, wie solche bekanntlich der Zucker und die Mischungen sind, welche zu ihm in Beziehung stehen.

---

Pflanzenreich angehören; er bestimmte den Durchmesser der Hefe zu etwa einem einhundertfünfzigstel Millimeter und ist der Ansicht, dafs die Samen der Hefe wahrscheinlich noch viel kleiner sind, weil er beobachtet hatte, dafs Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäfsen, in welchen er vorher keine Hefe entdecken konnte, in Gärung gerieten und reichlich Hefe absetzten. (No. 159:) Hier nicht interessierende Mitteilungen. (No. 164:) In der Sitzung vom 25. Juni 1836 teilte C.-L. mit, dafs die Weinhefe von der Bierhefe sich durch ihre oblonge Gestalt unterscheide und wahrscheinlich eine besondere Hefenart darstelle. (No. 166:) In der Sitzung vom 2. Juli 1836 macht C.-L. die erste Mitteilung über die von ihm beobachtete Sprossung der Hefe, wodurch er in der Ansicht bestärkt wird, dafs die Hefe zum Pflanzenreich gehört. (No. 167:) In der Sitzung vom 9. Juli 1836 verbreitet sich C.-L. über die bei der Gärung in Zuckerwasser entstehende Entkräftung der Hefe und über die Vermehrung der Hefe in der Bierwürze. Auch diese Vermehrung betrachtet er als einen Beweis dafür, dafs die Hefe ein mit Leben begabter Körper (une production vivante) ist. (No. 185:) Die Mitteilungen vom 12. November 1836, enthalten in der Nummer vom 23. November 1836, sind diejenigen, auf welche Th. Schwann zuerst aufmerksam geworden ist. (Vergl. S. 9 vorlieg. Buches). (No. 199:) In der Sitzung vom 9. Juli 1836 hatte C.-L. bereits erwähnt, dafs trockene, auf — 5° C. abgekühlte Weinhefe ebenso gut den Zucker vergäre wie nicht abgekühlte Hefe. In der Sitzung vom 18. Februar 1837 brachte er die Beobachtung zur Kenntnis, dafs trockene, mit fester Kohlensäure gemischte Bierhefe, welche also auf etwa 90° C. unter Null abgekühlt worden sei, den Zucker ebenso lebhaft zersetze wie die gleiche, aber nicht abgekühlte Hefe.

Schr.

## III.

# Friedrich Traugott Kützing,

**geboren 1807 zu Ritteburg bei Artern, gestorben 1893 zu Nordhausen; ursprünglich Pharmazeut, wirkte er seit 1836 als Lehrer in Nordhausen.**

Kützing hat mehrere naturwissenschaftliche Werke geschrieben; wir nennen: 1. Compendium der Naturwissenschaften (1837), 2. Die Chemie und ihre Anwendung auf das Leben (1838), 3. Die kieselschaligen Bacillarien, 4. Grundzüge der philosophischen Botanik, 2 Bde. (1851 bis 1852), 5. Tabulae phycologicae in 19 Vol. (1852—1869).

Die Prioritätsrechte Kützings an der Feststellung der Natur der Hefe und der vitalistischen Theorie der Gärung ergeben sich aus seinen eigenen Mitteilungen, welche wir unten wiedergeben. Während Persoon die Hefe als Mycoderma, Meyen sie als Saccharomyces bezeichnete, stellte sie Kützing als Cryptococcus zu den Algen. Die Bemerkungen Kützings über die Untersuchungen von Desmazières erscheinen nicht zutreffend, was sich aus den Ausführungen von Quevenne ergibt (siehe unten unter X).

Im wesentlichen neue, der Kritik standhaltende Tatsachen sind Kützings Ausführungen über die Hefe gegenüber Schwann und Cagniard-Latour nicht zu entnehmen; auch seine Ansichten über die generatio libera und die Umwandlung der Hefe in andere Pilze werden heute als richtig nicht anerkannt werden können. Er hat offenbar mit sehr unreinem Material gearbeitet und dabei Infektionsquellen nicht ausgeschaltet. Seine Ausführungen über organische und unorganische Körper hätten wir übergehen können, wenn in der dadurch entstehenden Lücke nicht etwas vermutet werden könnte, was sich nicht darin befindet, und nicht auch Bemerkungen damit verflochten wären, die sich auf Hefe und Gärung beziehen; aus diesem Grunde sind auch seine Darlegungen über die Essigmutter, obgleich nicht ganz zum Thema vorliegender Sammlung gehörig, hier nicht unterdrückt worden. Dagegen ist die Beschreibung der übrigen von Kützing in der unten folgenden Abhandlung bezeichneten „Pflanzengebilde" weggelassen worden; diese Abhandlung ist in Erdmanns Journal für praktische Chemie 1837, Bd. 11, S. 385 ff. erschienen. Sie hat, einschliefslich ihrer Überschrift, folgenden Wortlaut:

# Mikroskopische Untersuchungen über die Hefe und Essigmutter, nebst mehreren anderen dazu gehörigen vegetabilischen Gebilden.

Von

**Friedrich Kützing,**

Lehrer der Naturwissenschaften an der Realschule zu Nordhausen.

**(Im Auszuge vorgetragen in der Versammlung des naturhistorischen Vereins des Harzes in Alexisbad am 26. Juli 1837.)**

Als ich mich vor drei Jahren mit den mikroskopischen Untersuchungen der niederen, in verschiedenartigen Flüssigkeiten sich bildenden, vegetabilischen Organismen beschäftigte, untersuchte ich auch die Hefe und Essigmutter, Produkte, welche sich bekanntlich bei der weinigen und sauren Gärung bilden. Schon damals war ich überzeugt, daſs die Hefe eine rein vegetabilische Bildung sei und dieselbe nicht gleiche Bedeutung mit mehreren anderen sogenannten chemisch-organischen Verbindungen habe, wie man bisher in der Chemie die Hefe betrachtete.

Die Untersuchungen über diesen Gegenstand teilte ich nebst einigen anderen physiologischen Untersuchungen schon im Herbst 1834 den Herren Professoren Horkel und Ehrenberg in Berlin mit und erwähnte sie auch beiläufig im mündlichen Gespräche gegen Herrn Alexander v. Humboldt.

Eine Reise nach Dalmatien, Italien und der Schweiz, die ich kurz nach jener Zeit unternahm, war die Ursache, daſs meine Untersuchungen nicht bekannt gemacht wurden, denn ich beabsichtigte, diese Entdeckungen dem physiologischen Teile eines algologischen Werkes, welches ich zu bearbeiten mir vorgenommen habe, einzuverleiben.

Seit meiner Rückkehr von der Reise mehrten sich bei mir die Untersuchungen über diesen Gegenstand, und eben hatte ich begonnen, die Resultate darüber zusammenzustellen, als ich von meinem Freunde, dem Herrn Hofrat Wallroth, auf dieselbe Entdeckung des Herrn Cagniard-Latour in betreff der Hefe aufmerksam gemacht wurde. Kurz darauf (im September d. J.) erhielt ich die Annalen der Physik und Chemie, und sah die Abhandlung des Herrn Schwann in Berlin, welcher ähnliche Resultate in betreff der Untersuchungen über die Hefe erhalten hatte.

Indem nun von uns dreien ein und dasselbe in Hinsicht auf die wirklich organische[1]) Natur der Hefe beobachtet wurde, ohne daſs einer von den Untersuchungen des anderen Kunde hatte, so ist mir dies um so erfreulicher, da ich meine Beobachtungen auch durch andere Naturforscher

[1]) Wirklich organisch nenne ich sie deshalb, um sie von den fälschlich sogenannten chemisch-organischen Verbindungen, wie z. B. Zucker, Alkohol, Äther etc.. zu unterscheiden.

bestätigt sehe. Ich verzichte darum gern auf das Prioritätsrecht einer Entdeckung, da es für die Wissenschaft doch gleich ist, wer es zuerst fand, und ich zudem überzeugt bin, daſs die Mitteilung meiner Beobachtungen dennoch nicht überflüssig sein dürfte, indem sie noch einige Tatsachen enthalten, die in den Mitteilungen der Herren Cagniard-Latour und Schwann nicht enthalten sind.

Übrigens muſs ich hierbei bemerken, daſs schon Desmazières vor 10 Jahren die Hefe nebst ihren Metamorphosen beobachtet und in den Annales des sciences naturelles Tom. X, p. 42—67 unter dem Namen Mycoderma cerevisiae nebst noch einigen anderen hierher gehörigen Arten beschrieben und abgebildet hat. Herrn Desmazières würde daher das Prioritätsrecht dieser Entdeckung zukommen, wenn er sein Mycoderma cerevisiae sogleich für die Hefe erkannt und nicht unglücklicherweise für „animalcula monadina“ gehalten hätte.

Zu jener Zeit, als ich mich von der vegetabilischen Natur der Hefe überzeugt hatte, fand ich auch, daſs der schleimige Absatz, der sich nach einiger Zeit stets in der Tinctura rhei aquosa der Apotheken bildet, ebenfalls vegetabilischer Natur sei.[1]) Ebenso fand ich, daſs auch die Essigmutter, die sich beim Gären des Essigs auf der Oberfläche bildet, denselben Gebilden zuzuzählen sei, wie die Ausgabe der 11. Decade meiner Algae aquae dulcis etc., bezeugt, in welcher ich die Essigmutter unter dem Namen Ulvina aceti geliefert habe.

Daſs sich auf ähnliche Weise in verschiedenen Solutionen chemischer Präparate vegetabilische Organismen bilden, ist den Algologen durch die Werke Agardhs[2]) und Biasolettos[3]) bekannt, welche eine Anzahl solcher niederen Pflanzenformen beschrieben haben. Auch von mir wurden einige dieser niederen vegetabilischen Organismen in meinen Decaden der Süſswasseralgen geliefert.

Ohne mich noch weiter über die geschichtlichen Nachweisungen solcher Untersuchungen auszudehnen, werde ich nun eine Reihe von Beobachtungen folgen lassen, die ich seit mehreren Jahren gesammelt habe.

## Die Hefe. (Fig. 1 bis 5.)

Betrachten wir die Hefe, welche sich beim Gären des Bieres und der Maische bildet, unter dem Mikroskope, so erblicken wir eine Menge sehr kleiner kugeliger oder ovaler Kügelchen (Fig. 1), welche ganz farblos und durchscheinend sind. Die ovale Gestalt tritt besonders bei starker, unge-

---

[1]) Vergl. Journal für praktische Chemie 1834, I, S. 475.

[2]) Species algarum p. 45—49.

[3]) Di alcune alghe microscopiche etc.

fähr 420maliger Linear-Vergröfserung[1]) deutlich hervor. Diese Kügelchen sind nicht immer von gleicher Gröfse; im Durchschnitt beträgt ihr Durchmesser $^1/_{300}$''', bei den gröfseren $^1/_{250}$''', bei den kleineren $^1/_{350}$'''. Bei etwas matter Beleuchtung tritt in dem Zentrum dieser Kügelchen ein etwas opaker runder Kern hervor, der durch eine kreisförmige Linie begrenzt wird, und oft scheint sich ein zweiter Kreis um den ersten zu ziehen, wodurch die Struktur dieser Kügelchen ein konzentrisches Aussehen bekommt, ähnlich der Struktur der Stärkekügelchen, von welchen sie sich beim ersten Anblick auch wirklich nur durch bedeutend gröfsere Kleinheit und durch die geringere Anzahl der konzentrischen Ringe unterscheiden. Ich kochte die Hefekügelchen mit Wasser, konnte dadurch aber keine bemerkbare Veränderung derselben bewirken; jedoch wurde das Wasser etwas weniger schleimig. Dasselbe war auch der Fall, als der kochenden Flüssigkeit einige Tropfen Schwefelsäure hinzugefügt wurden; nur erst dann, als noch mehr konzentrierte Schwefelsäure hinzu kam, quoll die Flüssigkeit zu einer schleimigen Masse, die zuletzt gallertartig wurde. Hinzugefügtes Wasser löste die gallertartige Masse selbst durch Kochen nicht auf, sondern letztere schwamm flockenartig darin umher. Unter dem Mikroskope erschienen die flockigen Schleimmassen als Aggregate von Hefekügelchen, welche zum Teil an Gröfse verloren hatten, doch ohne das Eigentümliche ihrer Struktur verloren zu haben. Es schien als wenn nur die äufserste Schicht derselben eine Auflösung durch die Schwefelsäure erfahren hätte und dadurch in Gallerte umgewandelt worden wäre. Durch diesen Schleim hingen die Kügelchen noch miteinander zusammen. Von manchen Kügelchen hatte sich mehr Substanz aufgelöst als von anderen, so dafs von ihnen nur noch der innere Kern übrig geblieben war. Ein Zerplatzen der äufseren Haut, wie es bei ähnlicher Behandlung mit dem Stärkemehl der Fall ist, wobei die Häute ihres Inhaltes beraubt werden und dann in der Flüssigkeit umherschweben, kommt bei der Hefe nicht vor.

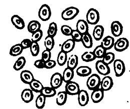


**Fig. 1. Hefe im ersten Stadium.**

Dieses eigentümliche Verhalten der Hefekügelchen, welches von dem der Stärke völlig abweicht, veranlafst mich zu der Annahme, dafs die Hefekügelchen aus übereinander gelagerten Schichten bestehen, die aber sämtlich von gleichfester Substanz gebildet sind, so dafs die innere Substanz ebenso dauerhaft erscheint als die äufsere.

Hiervon scheinen die Beobachtungen des Herrn Cagniard-Latour, die ich jedoch nur aus dem Nachsatze zu Herrn Schwanns Abhandlung kenne, abzuweichen, da derselbe das Ausströmen von Flüssigkeit aus den Hefekügelchen beobachtet haben will, welches aber nach meinen wieder-

[1]) Alle diese mikroskopischen Untersuchungen sind mit einem Mikroskope aus der Werkstatt des Herrn Schiek in Berlin gemacht.

holten Beobachtungen nicht stattfindet und auch nicht stattfinden kann, da der innere Kern nicht flüssig, sondern solide ist. Während dieser Untersuchungen erhielt ich aus einer Branntweinbrennerei eine andere hefenartige Masse, die sich aufsen an einem Maischgefäfse angesetzt hatte. Sie war schon sauer geworden und unter dem Mikroskope zeigten sich aufser den mir schon bekannten Hefekügelchen die bekannten Essigälchen. Ich liefs sie, mit etwas Wasser verdünnt, in einem Schälchen längere Zeit stehen und bemerkte nach und nach folgende Veränderung daran:



Fig. 2.
Hefe im zweiten Stadium.



Fig. 3.
Hefe im zweiten Stadium.

Nach einigen Tagen bildeten sich auf der Oberfläche kleine, zarte Häutchen, welche aus Hefekügelchen bestanden, die sich auf die Oberfläche begeben hatten; ich bemerkte zugleich unter dem Mikroskope, dafs mehrere Kügelchen aneinander gereiht und selbst zu einem kurzen Faden verwachsen waren (Fig. 2). Späterhin wurde das Verwachsen der Kügelchen auf der Oberfläche noch deutlicher, so dafs man sogar ästige, gegliederte Fäden unterscheiden konnte. Die Glieder waren bei einigen Fäden nicht verschieden von den Hefekügelchen, bei den meisten aber hatten sie sich mehr verlängert. In solchen verlängerten Gliedern bemerkte ich auch mehrere opake runde Punkte, meist zwei oder drei.

Hier und da waren noch einige verlängerte Glieder zu bemerken, welche fast die Gestalt eines Oblong hatten, teils einzeln herum lagen, teils zu einem Faden verbunden waren. Diese Veränderung war jedoch nicht an denjenigen Hefekügelchen vorgegangen, welche noch innerhalb der feuchten Masse befindlich waren, sondern nur an den auf der Oberfläche befindlichen.

In einer anderen Schale hatte sich die Hefemasse auf ihrer Oberfläche fast ganz in jene erwähnten oblongartigen Körperchen (Fig. 3) um-

gewandelt und zeigte jene gegliederten und ästigen Fäden in weit geringerer Anzahl. Diese länglichen Körperchen waren teils quer, teils der Länge nach aneinander gereiht und durch das Verteilen dieser Massen im Wasser trennten sie sich oft in der Weise, dafs dadurch ähnliche zickzackartige oder auch wohl strahlige Figuren entstanden, wie wir sie unter den Diatomeen bei den Gattungen Diatoma und Exilaria gewahr werden. Ein anderer Teil dieser oblongartigen Körperchen war jedoch auch schon zu Fäden ausgewachsen, die undeutlich und ungleich gegliedert erschienen.

Obgleich nach und nach die Hefe eintrocknete, vegetierte dennoch die Oberfläche immer fort, die Fäden wurden länger, zugleich aber auch dünner, ebenso erzeugten sich auch noch neue Kügelchen, diese waren aber kleiner wie die früheren Hefekügelchen. Die ganze Masse bekam nun ein



**Fig. 4. Hefe im dritten Stadium, in Sporotrichum übergehend.**

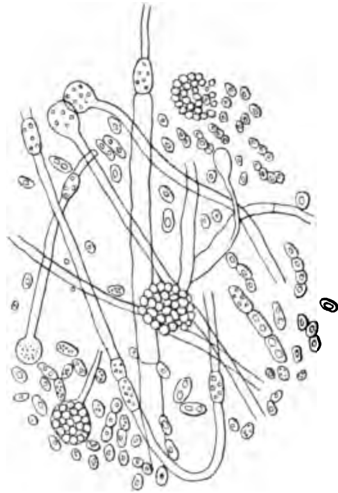


**Fig. 5. Hefe im dritten Stadium, in Mucor übergehend.**

schimmelartiges Aussehen; nach kurzer Zeit wurden die kleineren, neugebildeten Kügelchen bläulich-grau gefärbt und es hatte sich ein *Sporotrichum* gebildet (Fig. 4).

An einer anderen Stelle der Schale, die etwas feuchter geblieben war, wurden die Fäden länger und dicker; sie zeigten hier und da Anschwellungen der Glieder, am meisten aber schwollen die Endglieder an, sie bildeten kugelige Köpfchen und bald hatte sich ein völliger *Mucor* ausgebildet (Fig. 5.)

### **Die Essigmutter.** (Fig. 6 bis 8.)

Essigmutter wird diejenige schleimige und gelatinöse Masse genannt, welche sich bei der sauren Gärung auf der Oberfläche der gärenden Flüssigkeit zeigt. Ich habe die Essigmutter von verschiedenartigen, der

sauren Gärung unterworfenen Flüssigkeiten untersucht und sie stets in ihrer Bildung gleichartig gefunden.

Die Bildung der Essigmutter beginnt sogleich mit der Essigbildung und schreitet mit dieser in gleichem Verhältnisse fort. Der erste Anfang (Fig. 6) besteht in einem dünnen häutigen Anfluge, welcher die Oberfläche der gärenden Flüssigkeit überzieht. Dieses Häutchen hat jedoch nur noch geringen Zusammenhang. Unter dem Mikroskope sieht man, dafs es aus aufserordentlich kleinen Kügelchen besteht, die wohl noch um sechsmal kleiner als die Hefekügelchen sind und einen Durchmesser von $^1/_{2000}$ bis $^1/_{1500}$‴ haben. Zuweilen schien es mir, als wären diese Kügelchen in bestimmter Ordnung reihenweise aneinander gelagert; meist waren jedoch die Kügelchen ohne bestimmte Ordnung aneinander gefügt, wurden von einem umhüllenden Schleime zusammengehalten und waren nicht eigentlich zusammengewachsen. Wegen der aufserordentlichen Kleinheit der Kügelchen



Fig. 6. Der erste Anflug von Essigmutter.



Fig. 7. Essigmutter, vollkommen ausgebildet.



Fig. 8. Essigmutter im letzten Stadium.

habe ich nichts weiter an ihnen bemerken können, wonach man auf ihre Struktur noch hätte schliefsen können. Die weitere Ausbildung dieser Haut besteht darin, dafs sie dicker, kompakter und zusammenhängender wird (Fig. 7). Gewöhnlich habe ich gefunden, dafs sich dann (ungefähr in einer Zeit von vierzehn Tagen) auch die äufsere Gestalt bestimmter entwickelt. Denn sucht man eine ausgebildete dicke Haut von Essigmutter in kleinere Teile zu trennen, so bemerkt man, dafs die ganze Haut aus dicht nebeneinander liegenden, vertikalen und zuweilen dichotomisch verästelten Frondes besteht, die an die ähnliche Bildung einiger Meeralgen, z. B. der Halymenia furcata, erinnern.

Eine so ausgebildete Essigmutter gewährt daher gleichsam ein gelatinös-fucoidisches Aussehen, wie die Frons einer ästigen Chaetophora. Die festere Beschaffenheit der Essigmutter in diesem Stadium rührt daher, dafs die inneren Kügelchen durch den umhüllenden Schleim inniger miteinander verwachsen. Da aber hierdurch die Kügelchen mit ihrer schleimigen

Umgebung inniger verschmelzen, so sieht man sie in dieser Entwicklungsperiode weniger deutlich, als in der ersten, denn ihr Umrifs ist weniger scharf begrenzt.

Einige Häute von ausgebildeter Essigmutter, die ich noch mehrere Tage in Wasser aufbewahrte, veränderten sich in ihrem Innern dergestalt, dafs es nicht mehr aus blofsen kleinen Kügelchen, sondern aus länglichen Körperchen bestand (Fig. 8), die durch das Verwachsen der Kügelchen entstanden zu sein schienen, wenigstens konnte ich bei vielen eine deutliche Gliederung bemerken, die durch jenes Verwachsen veranlafst worden war.

---

Diese Tatsachen waren mir zu interessant, als dafs ich sie nicht mit mehreren anderen und ähnlichen hätte in Vergleich bringen sollen. Dies glaubte ich um so mehr tun zu müssen, da sie wichtige Aufschlüsse nicht nur über die Entstehung der Pilze und niederen Algen, als auch über die generatio primitiva geben können.

Ich habe seit einer Reihe von Jahren eine grofse Anzahl niederer vegetabilischer Organismen beobachtet und jedesmal ähnliche Verhältnisse hinsichtlich ihrer Entstehung und ferneren Entwicklung bemerkt. Dafs sich die niederen Vegetabilien, sowohl niedere Algen als Schwämme durch Urbildung erzeugen, daran zweifele ich jetzt keinen Augenblick mehr, dafs es aber von Umständen, dem geringeren oder gröfseren Feuchtigkeits- oder Wärmegrade, der An- oder Abwesenheit von Licht etc. abhängt, welche Form sich gerade ausbilden soll, dies habe ich schon in einer früheren Abhandlung „Über die Entstehung und Metamorphose der niederen vegetabilischen Organismen“ in der Linnaea 1833 Heft III ausgesprochen und wiederhole es jetzt mit um so gröfserer Überzeugung.

Ebenso übt die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeiten, in welchen sich diese niederen Organismen bilden, Einflufs auf die Form der Bildungen. Den Beleg hierzu liefern die Tatsachen, welche ich weiter unten mitteile. Für die Physiologie werden hierdurch, wie ich hoffe, wichtige Aufschlüsse hervorgehen, und auf der anderen Seite dürften sie für die fernere Bearbeitung der sogenannten organischen Chemie den gröfsten Einflufs ausüben. Hier ist es, wo das Studium dieser niederen Geschöpfe für das ganze naturwissenschaftliche Feld von aufserordentlicher Wichtigkeit werden kann, während die blofse Betrachtung der einzelnen sehr mannigfaltigen Formen nach und nach mehr in den Hintergrund treten mufs.

Es versteht sich von selbst, dafs jetzt die Chemie die Hefe unter der Zahl ihrer chemischen Verbindungen zu streichen habe, da sie keine chemische Verbindung, sondern ein organischer Körper, ein Organismus

ist. Leider werden immer noch zu viele wahrhaft organisierte Bildungen unter den chemischen Verbindungen aufgeführt, wo sie gar nicht hingehören. Diese und viele andere Tatsachen, welche uns bei physiologischen Untersuchungen aufstofsen, sind es aber auch, die es jetzt mehr als jemals wünschenswert machen, dafs sich hier die Wissenschaften vereinigen, um Begriffe festzustellen, die jetzt in den verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaften auch einen verschiedenen Sinn haben.

Ich erinnere hier nur daran, wie man den Begriff *organisch* in der Chemie und in der Naturgeschichte nimmt. Man hat sich hierüber noch nicht vereinigt, da beide Wissenschaften ihren Weg für sich gingen. Der Physiolog, der alle Erscheinungen des organischen Lebens zu berücksichtigen hat, fühlt das Bedürfnis einer Vereinigung um so mehr, weil er ohne sie nicht fortschreiten kann. Dies ist schon lange von einem unserer vorzüglichen Pflanzenphysiologen gefühlt und ausgesprochen, aber leider nur zu wenig beherzigt worden. Herr Link sagt schon in seinen „Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen“ (p. 5): „Es ist gut, die Grenzen der Wissenschaften scharf zu ziehen, aber es ist auch gut, sie da miteinander zu verknüpfen, wo sie einander Hilfe leisten können.“ Unsichere Bestimmung der Begriffe mufs Verwirrung hervorbringen, zumal wenn sie Urbegriffe wie *organisch* und *unorganisch* betrifft.

Solange als wir einen Organismus von keiner zu niederen Ausbildung vor uns haben, sind wir nicht über seine organische Natur im Zweifel. Anders ist es jedoch, wenn wir den Organismus seinen Elementarteilen nach betrachten oder einen Organismus der niedrigsten Bildungsstufe vor uns haben. Hier scheint die scharfe Grenze zwischen Organischem und Unorganischem aufzuhören, besonders wenn wir einige niedere Algenformen, die Nullipora etc., ferner gewisse Bestandteile der höheren Organismen, welche sogar die Chemie darzustellen vermag, betrachten. Hier mufs sich jeder fragen: Wo fängt das Organische an und wo hört es auf? — Diese Frage ist es, welche ich jetzt zu erörtern versuchen will.

Kieselerde, kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, Wasser etc. sind Verbindungen, welche niemand für organisch erklären wird, aber sie kommen als Bestandteile in organischen Körpern vor. Daraus ergibt sich, dafs ein organischer Körper nicht allein aus organischer Substanz bestehe, sondern *dafs er auch unorganische Substanzen in sich einschliefse.* Da nun aber diese und andere unorganische Verbindungen konstant auf bestimmte Organismen angewiesen sind, so ist ihre Gegenwart sogar notwendig, sei es nun, um die organische Substanz durch Ausfüllung der Zwischenräume oder durch Überzug der Membranen, Fasern etc. mehr zu befestigen, zu schützen, oder ihre Bestandteile zur Bildung neuer organischer Materie herzugeben. Jedenfalls ist aber das Unorganische dem Organischen im Organismus untergeordnet, wie dies die Form jener in den Organismen

befindlichen Körper bezeugt, welche sich nach der Struktur der organischen Substanz richtet.

Nun kommen aber auch noch Verbindungen in den Organismen vor, welche hinsichtlich ihrer elementaren Zusammensetzung dieselben Bestandteile wie die wirklich organischen Teile des Organismus besitzen. Ich meine hiermit die sogenannten organischen Säuren, die Alkaloide, Öle, Harze, Fette, kurz alle diejenigen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff oder auch aus Stickstoff bestehenden Verbindungen, welche keine organische Struktur besitzen. Sollen diese Verbindungen auch als organisch betrachtet werden, weil sie mit der wahren organischen Substanz gleiche Bestandteile haben? Sollen sie als organisch betrachtet werden, weil sie sich im Organismus erzeugten? — *Nein!* — Denn, wenn wir alles Organische nach seinen Bestandteilen bestimmen wollten, wie kämen das kohlensaure, ameisensaure, essigsaure Ammoniak, der Alkohol, Äther etc. dazu, als organische Körper zu gelten? — Und wenn der zweite Grund gelten soll, müfsten wir dann die Kieselerde, die chemischen Verbindungen des Kalks etc., die in den Organismen gefunden werden, nicht auch als organisch betrachten?

Wir sehen daraus, dafs man mit der Chemie nicht ausreicht, diese Begriffe festzustellen. Schlagen wir daher einen andern Weg ein, der uns sicherer führt.

*Alles was rein organisch ist, wirkt nur durch den Tast- und Gefühlssinn auf uns und niemals hat es Geschmack und Geruch.* Diese letzteren Sinne sind nur Reagentien für unorganische Verbindungen. Was daher Geschmack und Geruch hat, ist den unorganischen Körpern beizuzählen, selbst wenn es in und an organischen Körpern vorkommt.

Es gibt freilich nur wenige positive Kennzeichen des Organischen, wenn wir es in seiner Elementarform betrachten oder es auf der niedrigsten Bildungsstufe antreffen. In solchen Fällen kann nur das Mikroskop entscheiden, aber ein geübter Blick wird sich hier nie täuschen, es sei denn, dafs das Organische noch keine bestimmte Form, noch keine Struktur habe, wie z. B. Schleim, Gallerte.

Die organische Substanz ist mehr oder weniger *fest, flexibel,* und besitzt eine *eigentümliche* (organische) *Struktur,* die sich dem Auge in verschiedenartigen, nur ihr zukommenden Gestalten, entweder als *Membran, Faser*, oder als (häufig kugeliger) *Kern* darstellt. Die Membran ist entweder flach ausgebreitet oder bildet Bläschen, Röhren etc., die oft wieder ähnliche oder auch andere Gebilde einschliefsen. Es geht hieraus hervor, dafs der sogenannte Faserstoff, ferner Amylon, Fungin, Medullin, Pollenin und wie die Chemie diese Pflanzenorgane nennt, keine chemischen, sondern wirkliche organische Verbindungen sind; dagegen alles Tropfbarflüssige, Gasförmige, alles Schmeckende, Riechende, Steinige, Kristallinische,

Schmelzbare, Feuerbeständige und Flüchtige, kurz alles, was die Zellen oder andere hohle Räume in den Organismen erfüllt und mit Wasser, Ölen, Alkohol, Äther etc. ausziehbar ist, gehört nicht zu den wahren organischen Gebilden, es sind *unorganische*, so ungewohnt es uns auch durch den gewöhnlichen Sprachgebrauch in der sogenannten organischen Chemie jetzt scheinen mag. Zwar gehören sie zu den Bestandteilen des Organismus, aber zu den unorganischen, indirekten, wie der kohlensaure und phosphorsaure Kalk, die Kieselerde etc.

Die Chemie kann zur Erkennung der organischen Substanz nur negativ beitragen. Wir wissen, dafs eine organische Substanz als solche *niemals* eine chemische Verbindung eingeht, wohl aber gehen die Bestandteile organischer Substanzen chemische Verbindungen ein.

Wenn man von Verbindungen der Stärke mit dem Jodin, des Faserstoffs mit den Farbstoffen etc. redet, so wird dadurch keineswegs jener Ausspruch widerlegt. Bei einer chemischen Verbindung mufs auch jeder in der Verbindung befindliche Stoff als solcher auch wieder ausgeschieden werden können, aber niemandem ist es gelungen und wird es gelingen, das Stärkemehl als *Stärkemehl* (mit organischer Struktur) von der Jodinstärke zu trennen. Schon wenn es mit blofsem Wasser gekocht ist, ist das Stärkemehl kein Stärkemehl mehr, und wenn Jodin hinzukommt, so verbindet sich nicht das Stärkemehl mit ihm, sondern der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff desselben. Wenn der Faserstoff diese oder jene Farbe leichter annimmt, ist dies darum der chemischen Verwandtschaft zuzuschreiben?

Aus diesen Betrachtungen geht hinreichend hervor, dafs die Chemie nie von organischen Verbindungen reden kann, denn streng genommen sind alle ihre Verbindungen, die sie darstellt, unorganisch, wenn man auch organische Stoffe dazu verwendet hatte.

Obgleich ich nun hierdurch das Organische und Unorganische so bestimmt, als es mir möglich ist, bezeichnet habe, so hat dennoch die Erkennung der organischen Substanz besonders da ihre Schwierigkeiten, wenn sie so unausgebildet auftritt, dafs man oft noch keine Struktur an ihr wahrnehmen kann. Sie erscheint in diesem Falle immer sehr weich und sogar flüssig. Diese Beschaffenheit rührt dann von der Anwesenheit einer unorganischen Verbindung her, nämlich des Wassers. Ein solches inniges Gemenge von organischer Substanz mit Wasser stellt sich nun in der Form von Schleim oder Gelatine dar und ist als solche in vielen Flüssigkeiten der organischen Körper enthalten.

In diesem Schleime können wir nun wohl schon die organische Bildung annehmen, aber die Atome derselben haben sich noch nicht zu einem Körper von organischer Struktur vereinigt. Er erscheint uns in dieser Weise als der erste Ausdruck alles Organischen, als der Organismus

auf der niedrigsten Stufe. Insofern aber, als auch Körper von organischer Struktur sich in den strukturlosen Schleim umwandeln, kann er auch im letzteren Falle wieder als das letzte Stadium alles Organischen betrachtet werden, weil durch dieses der Organismus den anorganischen Kräften, dem Chemismus anheimfällt.

Verfolgen wir nun von hier aus die Erscheinungen, welche sich bei der Bildung eines jeden organischen Körpers darstellen, so gibt es ***keinen einzigen*** Fall, wo sich neben dem organischen Produkte zugleich auch ein unorganisches — eine chemische Verbindung — erzeugte. Es ist dies eine Tatsache, die ich durch eine Reihe von zahlreichen Beobachtungen gefunden habe. Sie setzt aber auch voraus, dafs während der Bildung eines jeden organischen Körpers zugleich zwei Kräfte, die organisierende Lebenskraft und die chemische Verwandtschaft tätig sind. Beide sind im organischen Leben stets im Kampfe miteinander begriffen, und solange ein Körper noch organisches Leben besitzt, ist die organisierende Lebenskraft vorherrschend. In diesem Falle kann dieselbe Einflufs auf die Bildung der im organischen Körper sich erzeugenden chemischen Verbindungen ausüben, und daraus allein wird es uns erklärlich, wie im Organismus sich unorganische Verbindungen bilden, welche die Kunst in chemischen Laboratorien unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht immer herzustellen vermag.

Wenn nun die Beobachtungen über den Ernährungsprozefs der Pflanzen es fast aufser Zweifel setzen, dafs die Nahrungsflüssigkeit, welche die Pflanzen aus der Erde aufnehmen, vorzüglich in Wasser aufgelöste Kohlensäure sei, so geht daraus hervor, dafs die organisierende Kraft diese anorganischen Gebilde so zu verändern vermag, dafs sie in ihre Elemente zerlegt werden, welche sie im Freiwerden zu organischer Masse verbindet, die vom Organismus assimiliert wird. Daraus folgt aber auch notwendig, ***dafs sich überhaupt organische Masse aus unorganischen Verbindungen bilden kann, wenn diese nur die Bestandteile enthalten, welche zur Zusammensetzung der organischen Masse nötig sind, und die unorganische Verbindung nicht eine solche ist, welche zerstörend auf Organismen wirkt.***

Sind daher in einer Flüssigkeit diese Bedingungen gegeben, so können sich auch in ihr organische Gebilde durch Urbildung erzeugen.

Die unumstöfslichen Beweise von Urbildung organischer Materie liefert uns die Entstehung der Hefe und Essigmutter; sie wird selbst den noch Ungläubigen von der Wahrheit dieser Annahme überzeugen. Aber ich kenne neben dieser noch eine Menge von Tatsachen, von welchen ich in dieser Abhandlung eine Anzahl mitteilen werde. Diese Bildungen werden sämtlich von ähnlichen Erscheinungen begleitet, welche wir bei der Bildung der Hefe und Essigmutter kennen lernten. Da die Bildung der

Hefe und Essigmutter schon bekannter ist, so will ich mit dieser den Anfang machen und an ihnen die Theorie entwickeln, die dann auf alle Erscheinungen des organischen Lebens, besonders der Pflanzen, Anwendung findet.

Wird eine geeignete Flüssigkeit der geistigen Gärung unterworfen, so bilden sich neben der Hefe zugleich Kohlensäure und Alkohol, also neben der organischen zwei unorganische Verbindungen. Die Bildung dieser drei verschiedenen Produkte geht so lange fort, bis noch etwas von den gärungsfähigen Bestandteilen in der Flüssigkeit enthalten ist. Ist die hierbei erhaltene geistige Flüssigkeit mit hinreichendem Wasser verdünnt, so geht sie bei angemessener Temperatur und beim Zutritt von atmosphärischer Luft in die saure Gärung über, es entsteht wieder ein organisches und ein unorganisches Gebilde, *Essigmutter* und *Essig*.

Die Erfahrung lehrt, dafs mit der Menge der hierbei gebildeten anorganischen Produkte auch die der organischen im Verhältnis steht, und dafs die Bildung der letzteren auch notwendig zur Bildung der ersteren ist.

So betrachtet, mufs uns jeder Gärungsprozefs jetzt anders erscheinen, als er bisher in der Chemie betrachtet wurde. Es ist bekannt, dafs die Chemie die weinige Gärung durch die Einwirkung des sogenannten Klebers auf das Amylon und den Zucker erklärt; ich mufs aufrichtig gestehen, dafs ich mir durch diese Erklärung den Vorgang nicht deutlich machen kann. Ob andere glücklicher darin sind, möchte ich bezweifeln. Sicher hängt aber der ganze Prozefs bei der geistigen Gärung von der Bildung der Hefe und bei der sauren von der Bildung der Essigmutter ab.[1]) Diese Organismen bilden sich unter allen entsprechenden Verhältnissen, wenn die Elemente zu ihrer Bildung vorhanden sind. Ist aber der Anfang zu ihrer Bildung gemacht, so ist auch mit ihrem Erscheinen zugleich die Bedingung gegeben, sich fortzupflanzen, d. i. sich zu vervielfältigen. Mit dem gröfseren Anwuchse dieser Organismen vermehrt sich auch der Vervielfältigungstrieb und mit diesem nimmt zugleich die Einwirkung auf die vorhandene Flüssigkeit zu, deren übrige Bestandteile, welche nicht in die organische Bildung mit eingehen, zu anorganischen Produkten, Kohlensäure, Alkohol, oder Essigsäure sich vereinigen. Dafs der Vervielfältigungstrieb jener Organismen wirklich es ist, welcher hauptsächlich jene Zersetzung der Flüssigkeit zuerst anregt, beweist nicht nur, dafs durch Hinzufügen der Hefe und Essigmutter die geistige und saure Gärung schneller und sicherer eingeleitet werden können, sondern auch, dafs ein Stillstand der Gärung eintritt, wenn Hefe und Essigmutter aus den gärenden Flüssigkeiten vollkommen entfernt werden. Auch erklärt sich hierdurch die

[1]) Diese Erklärung, welche ich schon 1834 niederschrieb, aber im Manuskripte liegen liefs, schliefst sich im wesentlichen, wenn auch mit einigen Modifikationen, an die des Herrn Schwann an.

Tatsache, dafs ausgetrocknete Hefe nicht zur Einleitung der geistigen Gärung tauglich ist, weil sie in diesem Zustande einem toten, vertrockneten Organismus gleicht. Da aber die Hefe sich auch durch Urbildung erzeugt, so kann ihre Bildung nach dem Zerstören der abgestorbenen Hefe wieder aus den Bestandteilen derselben veranlafst werden.

Vergleichen wir nun diese Erscheinnngen mit denen, welche sich bei dem Lebensprozesse der höheren Pflanzen darbieten, so finden wir in der Tat eine auffallende Übereinstimmung mit ihnen.

Wenn der Embryo sich entwickeln soll, so bedarf er der Luft, des Wassers und einer angemessenen Temperatur, Bedingungen, welche ebenfalls die Gärung erfordert. Entwickelt sich der Embryo, so bemerken wir, dafs gleichzeitig das Amylon des Eiweifskörpers in Zucker und dieser in Kohlensäure und Essigsäure[1]) verwandelt wird. Diese Veränderung des Zuckers in Kohlensäure ist nötig, weil diese das eigentliche Nahrungsmittel des Embryo, wie überhaupt der ganzen Pflanze ist.

Ich werde jetzt eine Reihe von Beobachtungen noch mitteilen, die das eben Gesagte noch in vielen einzelnen Fällen bestätigen sollen.

(Die folgenden von Kützing beschriebenen 19 „Pflanzengebilde“ übergehen wir hier.)

---

Fassen wir nun alle eben erwähnten Erscheinungen, *die sich im ganzen organischen Leben wiederholen und parallelisieren*,[2]) zusammen, so mufs uns der Begriff von Gärung jetzt ganz anders erscheinen, als er uns bisher erschien.

Die Gärung ist ein Kampf zwischen organischem und unorganischem Leben (Chemismus), der so lange dauert, bis beide sich ausgeglichen haben. Dann, nachdem sich die dabei gebildeten organischen und unorganischen Produkte rein ausgeschieden und voneinander getrennt haben, tritt Ruhe ein. Insofern nun Gärung gleichbedeutend ist mit einer gegenseitigen Wirkung sich erzeugender organischer und unorganischer Gebilde auf die Bestandteile einer gegebenen Flüssigkeit, die in bezug auf das organische Produkt als Nahrungsmittel betrachtet werden kann, so ist sie auch notwendig gleichbedeutend mit jedem organischen Lebensprozefs. Daher organisches Leben = Gärung.

[1]) Vergl. Becquerel in Annal. de Chimie et de Physique. Mars. 1832.

[2]) Ich erinnere hierbei daran, dafs in jedem organischen Körper, wo sich organischer Stoff bildet, der vom Organismus assimiliert wird, sich auch *jedesmal* ein oder mehrere unorganische Produkte erzeugen, die teils im Organismus verbleiben (Öle. Fette. Harze), teils ausgeführt werden (Urin, Milch etc.).

Jene Prozesse dagegen, welche die Essigbildung aus Alkohol mittels Platinmohr oder auf andere, diesem ähnliche Weise einleiten, können nicht mit der Gärung verglichen werden, sie sind *rein chemische* Prozesse, während die Gärung ein *organisch-chemischer* Prozefs wie der Lebensprozefs eines jeden organischen Körpers ist.

Obgleich es in letzterer Zeit mehr als früher geschah, dafs man bei chemischen Untersuchungen organischer Produkte die Organisation derselben berücksichtigte, so geben diese Untersuchungen dennoch von neuem den Beweis, dafs die sogenannte organische Chemie diesen Gesichtspunkt nicht genug festhalten kann. Zugleich wird man aber auch immer mehr das Bedürfnis fühlen, dafs man die Ausdrücke *organisch* und *unorganisch,* wie ich schon oben erwähnte, immer genauer voneinander scheide und namentlich den Begriff *organisch* in der Chemie insoweit beschränke, als es durchaus nötig ist, um Begriffsverwirrungen zu verhüten.

Sollte ich hierdurch den ersten Anlafs dazu gegeben haben, so bin ich durch das Bewufstsein, der Wissenschaft genützt zu haben, hinlänglich belohnt und verzichte gern auf das Prioritätsrecht einer Entdeckung, die doch durch das tägliche Fortschreiten der Naturwissenschaften endlich gemacht werden mufste.

Ob nun diese in den Flüssigkeiten sich bildenden Vegetabilien als *Algen* oder als *Pilze* gelten sollen, überlasse ich der Ansicht eines jeden Einzelnen. Die Mykologen betrachten sie als Pilze, die Algologen als Algen, und beide Teile haben in ihrer Art recht. Am schwierigsten aber ist die Beantwortung der Frage, ob diese Gebilde in *genera* und *species* unterschieden werden können? — Ich habe diese Unterscheidung einmal in einer Zeit versucht, wo ich nur wenige dieser Formen erst untersucht und beobachtet hatte; jetzt hat mich die ungeheure Mannigfaltigkeit der Formen davon zurückgeschreckt. Vielleicht gehe ich einmal späterhin wieder an diese Arbeit, obgleich ich im voraus überzeugt bin, dafs sich wenig Gewinn für die Wissenschaft hoffen läfst, seitdem durch diese Entdeckungen die Beziehungen gefunden worden, in welchen diese Gebilde zur ganzen übrigen Natur stehen.

---

# IV.

# Gärungstheoretische Scherze und Derbheiten.

## Wöhler, Liebig, Berzelius.

In den dreifsiger Jahren des vorigen Jahrhunderts stellten die Deutschen Schwann und Kützing, sowie der Franzose Cagniard-Latour unabhängig voneinander die bedeutsame Tatsache fest, dafs die Hefe eine Pflanze ist und in sich die Ursache für die Gärung trägt; indessen selten ist eine für Theorie und Praxis gleich wichtige wissenschaftliche Entdeckung von gewissen Gelehrten mit weniger Begeisterung aufgenommen worden, als die genannte. Namentlich die damals bedeutendsten Chemiker, deren Wissenschaft allein bis dahin das Gärungsproblem ihrer Aufmerksamkeit würdigten, verhielten sich ablehnend. Der schwedische Chemiker Berzelius war damals noch die erste Autorität der chemischen Welt; denn obgleich er bereits auf dem absteigenden Lebensaste safs und nur noch wenige produktive wissenschaftliche Arbeit leisten konnte, genofs er noch unbeschränktes Ansehen; auf das Lob und den Tadel, welche er in seinen Jahresberichten austeilte, achtete man mit derselben Aufmerksamkeit, wie in der Politik auf den Ausspruch eines mächtigen Herrschers. Und er verurteilte die später mit Recht so hoch eingeschätzten Entdeckungen der oben genannten Naturforscher auf das bestimmteste. Die noch junge wissenschaftliche Chemie hatte eben damals viele neue und überraschende Tatsachen ans Tageslicht gebracht, in deren Glanz man geblendet dastand; der Zug der Zeit verlangte daher auch für die Gärung eine rein chemische Erklärung.

Berzelius zählte auch in Deutschland Männer von wissenschaftlichem Rufe zu Freunden und Verehrern, welche teils selbst unter seiner Leitung studiert hatten, teils in fortwährendem Gedankenaustausch mit ihm standen; zu ihnen gehörte das Freundespaar F. Wöhler und J. Liebig. Beide werden für alle Zeiten unter die gröfsten Chemiker gerechnet werden; beide haben auch manche chemische Arbeit gemeinsam ausgeführt, aber sie waren unähnlich an Charakter -- Wöhler eine ruhige, friedfertige, allein dem wissenschaftlichen Ideal nachgehende Natur, Liebig, voll Feuer und Flamme für die Wissenschaft, aber fieberhaft aufbrausend und streitbar über die Mafsen. Keiner stand für Liebig hoch genug, um ihm nicht literarische, oft aufs tiefste verletzende Angriffe und Hiebe angedeihen zu lassen, wenn es seinem Widerspruchsgeist und Scharfrichtertum so gefiel. Von Wöhler war derartiges nicht zu

befürchten, aber etwas sarkastischen Witz besafs er auch, und aus seinem neuerdings veröffentlichten Briefwechsel mit Berzelius ergibt sich sogar. dafs er grade bezüglich der erwähnten neuen Gärungstheorie recht weit gehen konnte. Am 20. November 1838 schrieb er folgende Zeilen an Berzelius: . . . „Auch wirst Du in einem der nächsten Hefte einen von mir und Liebig gemeinschaftlich verfafsten Spafs, betitelt: ‚Das enträtselte Geheimnis der geistigen Gärung' finden, eine Persiflage der neuesten mikroskopischen Beobachtungen darüber. Du wirst gewifs über unsere verrückten Ideen lachen, wiewohl zu befürchten steht, dafs Du den Druck in einem wissenschaftlichen Journal nicht ganz billigen wirst."

Jedenfalls hatten die Veröffentlichungen von Schwann, Cagniard-Latour und Kützing den ersten Anstofs dazu gegeben, aber scheinbar direkt veranlafst war dieser böse Scherz, welchen man bisher Liebig allein zugeschrieben hat, durch eine Abhandlung des Franzosen Turpin. welcher, angeregt durch die Veröffentlichung von Cagniard-Latour, in einer langen, kalten Nacht in einer Brauerei die Entwicklung von Bierhefe von Stunde zu Stunde mit dem Mikroskop verfolgt und die Knospung, Verästelung und Reifung der einzelnen Hefenpfänzchen beobachtet hatte. Zufrieden mit seiner Ernte war Turpin nach Hause gegangen, um auch noch längere, auf viele Tage sich erstreckende Gärversuche anzustellen. Am Ende seiner Abhandlung, welche nicht nur über die geistige, sondern auch über die saure Gärung sich verbreitet, war er zu dem Schlusse gekommen: „Dafs man unter Gärung verstehen mufs: ein Zusammenwirken von Wasser und lebendigen Körpern, die sich nähren und entwickeln durch Absorption eines Bestandteils des Zuckers, indem sie daraus entweder Alkohol oder Essigsäure abscheiden; eine rein physiologische Wirkung, welche anfängt und endigt mit der Existenz von Infusorienpflänzchen oder Tierchen, deren Leben erst mit der totalen Erschöpfung der zuckerhaltigen, nährenden Materie aufhört, wonach sie sich als schleimiger Absatz oder als Hefe am Boden des Gefäfses ansammeln." Diese Abhandlung Turpins ist von Wöhler und Liebig in ihren Annalen der Pharmazie (1839, Bd. 29 S. 100) unmittelbar vor ihrem „enträtselten Geheimnis" mitgeteilt. Sicherlich hat diese „Enträtselung" die Wissenschaft nicht gefördert, aber sie kennzeichnet aufs beste die Art der Aufnahme der Entdeckungen von Schwann, Kützing und Cagniard-Latour, und in keinem Vortrag über die Entwicklung der Gärungstheorie wird man es sich entgehen lassen. wenigstens auf ihren Titel hinzuweisen, nur wenige aber werden Gelegenheit gehabt haben, sie in ihrem vollen Wortlaute kennen zu lernen. Daher wollen wir sie, welche an ihrem Kopfe als vorläufige briefliche Mitteilung bezeichnet ist, im folgenden wörtlich darbieten; sie lautet:

„Ich bin im Begriff, eine neue Theorie der Weingärung zu entwickeln. Ich bin dieser bis jetzt so unbegreiflichen Zersetzung auf die ein-

fachste Weise von der Welt auf die Spur gekommen und betrachte sie als völlig abgemacht. Auch diese Entdeckung beweist wieder, wie einfach die Mittel sind, deren sich die Natur bedient, um die wunderbarsten Erscheinungen hervorzubringen. Ich verdanke sie der Anwendung eines vortrefflichen Mikroskops, welches, nach der Angabe des berühmten Ehrenberg, von dem ausgezeichneten Künstler Pistorius ausgeführt worden ist.

Mit Wasser zerteilte Bierhefe löst sich unter diesem Instrumente auf in unendlich kleine Kügelchen, welche kaum $^1/_{800}$ Linie im Durchmesser haben, und in feine Fäden, die unverkennbar eine Art Eiweifs sind. Bringt man diese Kügelchen in Zuckerwasser, so sieht man, dafs sie aus Eiern von Tieren bestehen; sie schwellen an, platzen und es entwickeln sich daraus kleine Tiere, die sich mit einer unbegreiflichen Schnelligkeit auf die beispielloseste Weise vermehren. Die Form dieser Tiere ist abweichend von jeder der bis jetzt beschriebenen 600 Arten, sie besitzen die Gestalt einer Beindorfschen Destillierblase (ohne den Kühlapparat). Die Röhre des Helms ist eine Art Saugrüssel, der inwendig mit $^1/_{2000}$ Linie langen Borsten besetzt ist; Zähne und Augen sind nicht zu bemerken; man kann übrigens einen Magen, Darmkanal, den Anus als rosenrot gefärbten Punkt, die Organe der Urinsekretion deutlich unterscheiden. Von dem Augenblicke an, wo sie dem Ei entsprungen sind, sieht man, dafs diese Tiere den Zucker aus der Auflösung verschlucken; sehr deutlich sieht man ihn in den Magen gelangen. Augenblicklich wird er verdaut und diese Verdauung ist sogleich und aufs bestimmteste an der erfolgenden Ausleerung von Exkrementen zu erkennen. Mit einem Worte, diese Infusorien fressen Zucker, entleeren aus dem Darmkanal Weingeist und aus den Harnorganen Kohlensäure. Die Urinblase besitzt in gefülltem Zustande die Form einer Champagnerbouteille, im entleerten ist sie ein kleiner Knopf; man beobachtet nach einiger Übung, dafs sich in ihrem Innern eine Gasblase bildet, die sich bis ins 10fache vergröfsert; durch eine Art von schraubenförmiger Drehung, welche das Tier durch ringförmig um die äufseren Körperteile gehende Muskeln nach Willkür hervorbringen kann, wird die Entleerung der Blase bewirkt. Ich halte es für aufserordentlich wahrscheinlich, dafs hierbei dasselbe stattfindet, wie wenn die galvanische Elektrizität durch einen Metalldraht geleitet wird; man weifs, dafs nach der Meinung des berühmtesten Physikers in diesem Fall Magnetismus erzeugt wird, welcher ebenfalls, anstatt den graden Weg zu gehen, woran ihn nichts hindert, dennoch, dies ist ein Naturgesetz, den Weg einer Spirale verfolgt. Ich führe dies nur als einen Beleg an, dafs bei der Gärung, wie Döbereiner und Schweigger gezeigt haben, Magnetismus und Elektrizität gleichzeitig im Spiele sind. Die Erfahrung beweist hier die Richtigkeit ihrer nicht durch so mächtige Mikroskope unterstützten Beobachtungen.

Ohne auf diese Hypothesen weiter einzugehen, sieht man also aus dem Anus dieser Tiere unaufhörlich eine spezifisch leichtere Flüssigkeit in die Höhe steigen, und aus ihren enorm grofsen Genitalien spritzt in sehr kurzen Zwischenräumen ein Strom von Kohlensäure.

Wird die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, so hört die Gärung auf, dadurch, dafs diese Tiere in der hohen Temperatur getötet werden. Setzt man schweflige Säure, ein Übermafs von Weingeist, eine Mineralsäure oder Holzessig hinzu, so sterben sie ebenfalls und die Gärung wird dadurch unterbrochen. Ist die Quantität des Wassers zu gering, d. h. die des Zuckers zu grofs, so tritt bekanntlich die Gärung nicht ein. Dies rührt daher, weil diese kleinen Wesen in der dicken Flüssigkeit ihren Platz nicht oder nur mit grofser Anstrengung wechseln können; sie sterben an Unverdaulichkeit infolge des Mangels an Bewegung. Um nur eine Idee der Vergleichung der Verdauungskraft dieser Tiere zu geben, lege ich die Angabe von Thenard zugrunde, wonach 3 Teile Bierhefe (in trockenem Zustande) eine Zersetzung von 200 Teilen Zucker in Weingeist und Kohlensäure zu bewirken vermögen. Die Exkremente dieser Tiere, welche in 18 Stunden entleert werden, wiegen also nahe 66 mal so viel, als die Tiere selbst.

Merkwürdig ist der Einflufs des ätherischen Senföls auf diese Tiere; setzt man einige Senfkörner der gärenden Flüssigkeit zu, so sieht man augenblicklich ihre Lebhaftigkeit geringer werden; nach einigen Augenblicken sind sie wie leblos, aber nach einigen Stunden, namentlich bei Luftzutritt erholen sie sich wieder, die Gärung beginnt mit ihrer früheren Lebhaftigkeit. Diese Wirkung ist der des Anisöls sehr ähnlich, von dessen Geruch die Flöhe bekanntlich Ohnmachten bekommen, die bis zur Verdunstung des Öles anhalten.

Ich habe bemerkt, dafs der Solanin brechenerregend auf diese Infusorien wirkt; setzt man einer in voller Gärung sich befindenden Zuckerauflösung Solanin zu, so sieht man die Tiere sich vertikal zusammenziehen und aus ihrem Saugrüssel strömt eine Flüssigkeit heraus, welches ohnstreitig das Fuselöl der Kartoffel ist, denn es läfst sich darin nachweisen. Das Fuselöl des Getreide- und Weinbranntweins scheint aus der Hautoberfläche durch eine Art Schwitzprozefs abgesondert zu werden. Es bleibt nun jetzt noch eine wichtige Frage zu lösen, was nämlich diese Tiere von diesem mit nichts vergleichbaren Heifshunger nach Zucker haben, was sie eigentlich für ihren Körper assimilieren. Auch dies ist im klaren. Die früher erwähnten feinen Fäden sind es, welche den Stickstoffgehalt dieser Tiere liefern; sie werden aufgenommen und assimiliert neben einer Portion Zucker.

Das merkwürdigste ist nun die chemische Zusammensetzung dieser Tiere. Ich habe 0,4375 g (der Zahl nach 50000 Millionen) der Analyse auf gewöhnlichem Wege mit Kupferoxyd unterworfen; es hat sich in über

einstimmenden Versuchen ergeben, dafs sie die 4 Elemente in einem solchen Verhältnis enthalten, als beständen sie aus Eiweifs (nach der Analyse von Mulder), Äther und Kohlensäure.

Daraus erklärt sich denn auch nicht allein ihr ganzer Verdauungsprozefs, sondern auch der bis jetzt so dunkle Umstand, was denn eigentlich aus der Hefe nach der Gärung wird. Sobald nämlich die Tiere keinen Zucker mehr vorfinden, so fressen sie sich gegenseitig selbst auf, was durch eine eigene Manipulation geschieht; alles wird verdaut bis auf die Eier, welche unverändert durch den Darmkanal hindurchgehen; man hat zuletzt wieder gärungsfähige Hefe, nämlich den Samen der Tiere, der übrig bleibt. Die letzten Kadaver der Tiere zerlegen sich in Ammoniak und Spuren von Essigsäure. Dem Gewicht nach beträgt dieser Samen zu Ende der Gärung etwas weniger wie am Anfang, was sich von selbst versteht.

Die Zahlenresultate, sowie die Abbildung der Gestalt der Tiere folgen in einer ausführlichen Abhandlung."

Berzelius hat sich ohne Zweifel geschüttelt vor Lachen, als er diese scherzhafte, aber zugleich verletzende Abhandlung las, denn auch er liebte die Satire und scharfe, etwas ausfallende Kritik. Um so eher können wir es begreifen, dafs sich zwischen Berzelius (geb. 1779) und Liebig (geb. 1803), welcher gegen ersteren ein verhältnismäfsig junger Mann war, eine wirklich innige Freundschaft entwickelte; Liebig nannte Berzelius seinen teuren väterlichen Freund und Berzelius bezeichnete sich als seinen von Herzen ergebensten Freund. Es ist wahrhaft eine Freude, den durch viele Jahre geführten Briefwechsel dieser Männer zu verfolgen. Leider aber sollte die Trübung und die schliefsliche Zertrümmerung dieser Freundschaft nicht ausbleiben; die kalte und klare Ruhe des Nordländers Berzelius, die stürmische Erregbarkeit Liebigs und wohl auch etwas Eitelkeit auf beiden Seiten in wissenschaftlichen Streitfragen lockerten das Freundschaftsverhältnis, ja verwandelten es auf seiten Berzelius in bittere Feindschaft und Unversöhnlichkeit. Das Jahr 1848, in welchem Berzelius starb, brachte den Wendepunkt mit sich, denn Berzelius erhob im letzten von ihm noch besorgten Jahresbericht gegen Liebig so ehrenrührige, dessen Charakter vor aller Welt herabsetzende Vorwürfe, dafs zur Verzweiflung Wöhlers, welcher alles zu tun versuchte, um das Äufserste zu verhindern, alles in die Brüche ging. Doch wollen wir diesen bedauerlichen Streit nicht weiter schildern, sondern nur dasjenige noch ziemlich milde Beispiel daraus hervorheben, welches den inneren Groll von Berzelius, welcher sich hinsichtlich anderer Streitpunkte in viel wuchtigerer Weise Luft schaffte, in verhältnismäfsig noch sehr zurückhaltender Form zum Ausdruck bringt und auch von der Gärung handelt.

Berzelius berichtet nämlich (siehe Jahresbericht 1848, S. 502), Liebig habe vorgeschlagen gehabt, die Gärung des Weines dadurch zu

verbessern, dafs man dabei dieselbe Gärungsweise in Anwendung bringe wie bei dem bayerischen Bier, nämlich die Untergärung.[1]) Oppmann und Schubert hatten darauf diesen Rat befolgt und dabei ein weit schlechteres Resultat erhalten, und dies war von einer dritten Person in dem Landboten, einer bayerischen Zeitung, mitgeteilt worden, mit der Bemerkung, dafs Liebig seiner Phantasie ungebührlich grofse Freiheit lasse. Darauf antwortete Liebig, wie sich Berzelius ausdrückte, „mit der ihm eigenen Humanität", dafs die Versuche seiner Widersacher „liederlich und ohne alle Kenntnisse angestellt seien". „Man begreift leicht", fährt Berzelius fort, „welches Beweisvermögen solche Kraftworte haben können, besonders da Liebig hinzugefügt, dafs Schubert, welcher seine Versuche im kleinen angestellt habe, ein ganz anderes Resultat erhalten haben würde, wenn er die Öffnung des Gefäfses mit — Papier bedeckt hätte".

Ende der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts betrat ein frischer Kämpe das Gebiet der Gärung, nämlich Ludwig Pasteur, welcher durch seine so schönen und zahlreichen neuen Versuche der Schwannschen usw. vitalistischen Gärungstheorie, welche Pasteur wesentlich nicht geändert hat, eine derartig weite Verbreitung verschaffte, dafs sie viele Jahre fast die Alleinherrschaft behauptete. Liebig hat auch mit Pasteur die Waffen gekreuzt, konnte aber dessen fast erdrückendem Beweismaterial gegenüber nur wenige, nicht gar kräftige Gegengründe ins Feld führen. Liebig starb am 18. April 1873, ohne jemals von der rein chemischen Erklärung der Gärung abgewichen zu sein. Theodor Schwann (1810 bis 1882) blieb als scheinbar unüberwindlicher Sieger zurück, reichlich entschädigt für die in seinen Jünglingsjahren aus Anlafs der von ihm ausgesprochenen Gärungstheorie erlittenen Kränkungen, und doch war er erst etwa anderthalb Jahrzehnte ins Grab gesunken, als von neuem eine chemische Gärungstheorie aufgestellt und begründet wurde, die sich der Gärungstheorie Liebigs nähert. Wohl sind auch dieser neuen Enzymtheorie Zweifel in grofser Zahl entgegen gehalten worden; aber der in der alten Schule übliche Hohn gegenüber wissenschaftlichen ernsten Gegnern hat einem besseren Tone Platz gemacht, denn man hat unterdessen doch zu häufig sich bewahrheiten gesehen, dafs anscheinend noch so fest fundamentierte Theorien durch eine einzige gut studierte neue Tatsache über den Haufen geworfen werden können. Schr.

[1]) Liebig verbreitet sich darüber ausführlich in seinen „Chemischen Briefen", 1844, S. 202—203; Freiherr v. Babo schrieb ihm, dafs er bei Rotwein einen „ausgezeichneten Erfolg" mit diesem Verfahren hatte.




# V.

# Zur Geschichte der Technologie der Gärungsgewerbe.

Von

**M. Delbrück.**

---

Zur Geschichte der Gärungswissenschaft habe ich wiederholt das Wort genommen, teils auf Grund sicheren eigenen Erlebens, teils nach eingehenden historischen Studien, sobald es sich um ältere Zeiten handelte. Meine Darlegungen weichen in einigen Punkten von der landläufigen Auffassung ab; das gilt insbesondere von der Stellung Pasteurs in der Geschichte der Technologie der Gärungsgewerbe. Die Meinung, daſs Pasteur im Jahre 1857 gewissermaſsen aufs neue — nachdem schon vor 20 Jahren Cagniard-Latour und Theodor Schwann das Gleiche festgestellt hatten — die pflanzliche Natur habe entdecken und als neue Lehre den Vertretern der Gärungsgewerbe habe überweisen müssen, ist hiernach nicht mehr haltbar.

Ich habe mich in dieser Frage zuerst im Jahre 1894 geäuſsert in einem Aufsatz „25 Jahre Brennereigewerbe", den ich auf Wunsch von Paul Parey für die Jubiläums-Ausgabe der „Deutschen Landwirtschaftlichen Presse" schrieb.

Ich sagte:

„Man ist gewohnt, die Neuentwicklung der Gärungsgewerbe von der Zeit zu datieren — 1857 —, wo Pasteur sich an die Spitze der Forscher auf diesem Gebiete stellte.

Gewiſs, Pasteur hat einen Teil des Fundamentes geschaffen, aber fruchtbringende, für die Praxis neues schaffende Arbeit ist erst geleistet worden, nachdem wiederum mehr wie ein Dezennium ins Land gegangen war.

Das Wesentliche der Kenntnisse, welches 20 Jahre hindurch den Stoff für die Denkbarkeit im Brennereigewerbe hergab, war schon 1840 vorhanden; vor dieser Zeit schon hatten Cagniard-Latour und Schwann die Pilznatur der Hefe, die Tatsache, daſs die Gärung ein Vegetationsprozeſs sei, festgestellt, *und die Überzeugung,*[1] *daſs dies richtig sei,*

[1]) Das kursiv Gedruckte ist im Original ohne Sperrdruck wiedergegeben; ich habe es hier, weil es mir auf diese Stelle besonders ankommt, hervorgehoben.

*war Ende der vierziger Jahre unter den die wissenschaftliche Entwicklung des Brennereigewerbes vertretenden Männern, z. B. Balling, allgemein.*

Die Summe der praktischen Erfahrungen, welche, abgesehen von dieser theoretischon Erkenntnis, durch die gesamte Literatur durch 30 Jahre breitgetreten wurde, findet sich bereits 1841 in Lüdersdorffs „Praktische Anleitung zum Branntweinbrennen".

Im Mai 1898 hielt ich im Institut für Gärungsgewerbe auf Veranlassung des Vorstandes der Deutschen chemischen Gesellschaft vor dieser Körperschaft einen Vortrag: „Über die Fortschritte der Gärungschemie in den letzten Dezennien" (Wochenschrift für Brauerei 1898, 39, S. 493). Ich lasse die entscheidende Stelle im Wortlaut folgen:

„In diese Zeit fallen die grofsen Entdeckungen Cagniard-Latours und Theodor Schwanns — des letzteren Bildnis schmückt unsere Halle — durch welche festgestellt wurde, dafs die Gärungs- und Fäulnis-Erscheinungen eine Folge der Lebenstätigkeit von Mikroorganismen sind. Schwann führte seine Arbeit als Assistent Johannes Müllers aus; bald folgten die Arbeiten von Mitscherlich, Helmholtz und von H. Schroeder und van Dusch. Fast mit dem Jahre der ersten Veröffentlichung setzte auch der Streit ein um die vitale und die chemische Theorie der Gärung. Liebig zog in den Kampf, und bald beteiligten sich auch die Technologen der Gärungsgewerbe dieser Epoche, wie Balling und Lüdersdorff, an der Arbeit. *Schon Ende der vierziger Jahre, noch bestimmter 1856 spricht sich Balling dahin aus, dafs die Gegner sich alsbald versöhnen möchten: die vitale Theorie sei mafsgebend für die unter Hefevermehrung sich vollziehenden Gärungen, Liebigs Erklärung stimme für die Zerlegung reiner Zuckerlösungen.*

So war die Situation, als 1857 Pasteur mit seinen Arbeiten hervortrat. Man begegnet unter den Chemikern vielfach der Meinung, dafs Pasteur der Begründer der Epoche sei, welche jetzt durch die Arbeiten E. Buchners in gewissem Sinne ihren Abschlufs gefunden hat. Das ist nicht der Fall, Pasteur steht vollständig auf den Schultern der im Eingang genannten Forscher, und insbesondere hat er sich selbst als den Schüler Theodor Schwanns bezeichnet. Aber in einem anderen Sinne hat uns Pasteur dennoch die Grundlage gegeben, nicht durch einen einzelnen lichtbringenden Funken des Genies, sondern durch seine Jahrzehnte hindurch systematisch betriebene Forschung, in welcher er für verschiedene Gärungen die besondere Pilzspezies nachwies, in welcher er — und das ist das bei weitem gröfsere Verdienst — uns lehrte, mit der Hefe als Substanz zu experimentieren; er führte zuerst mafsgebende Stoffwechselversuche mit Hefe aus, und insofern ist er der Begründer der Gärungschemie."

Auf dem Brauertag in Hannover, Juni 1900, sprach ich über: „Das deutsche Braugewerbe an der Jahrhundertswende"; ein Passus in dem Abschnitt „Die Entwicklung im 19. Jahrhundert, technisch-wissenschaftlich" (Jahrb. d. Vers. u. Lehranst. f. Brauerei 1900, III, S. 159) lautet wörtlich:

„Die Hefe ist ein Gemengsel aus edelsten Teilen." „Nur von dem köstlichen Bier soll man das Zeug nehmen", so die Alten. Fast sollte diese so richtige Anschauung verschwinden in dem Kampfe der Geister, welcher in den vierziger Jahren entbrannte, indem Liebig, die Hefe als in Verwesung begriffene Materie deklarierend, fast den Sieg errang. Manchem Chemiker ist die Entdeckung aus dem Jahre 1837, welche gleichzeitig von einem Franzosen und dem Berliner Physiologen Theodor Schwann gemacht wurde, und welche nachwies, dafs alle Gärung und Fäulnis in dem Leben von kleinen Organismen seine Ursache habe, entschwunden, obgleich sich an sie eine ununterbrochene Reihe diese Tatsache sicherstellenden Untersuchungen der verschiedensten Gelehrten anschlossen. *Fast, sage ich, mufste diese Entdeckung Pasteur 20 Jahre später den Vasallen Liebigs als etwas Neues vorführen.* Aber hier hat sich die Praxis als feinfühliger erwiesen wie die Wissenschaft, denn ehe noch Pasteur seine Arbeiten begonnen hatte, war die Überzeugung bei den damaligen Technologen — ich nenne Balling und Lüdersdorff — durchgedrungen, dafs die vitale Gärungstheorie richtig, welche die Gärung als eine Folge des Lebensprozesses auffafste und die Hefebildung als das Wachstum einer Pflanze ansah. Pasteur ist es dann gewesen, der für die einzelnen Gärungserscheinungen je besondere Pilze als Ursache nachwies, und in seiner Nachfolge wurden die grofsen Entdeckungen gemacht, welche bis in das letzte Jahrzehnt des eben abgeschlossenen Jahrhunderts sich fortsetzten. In dieser hochansehnlichen Versammlung genügt es, nur einige Namen zu nennen, den Deutschen Koch, den Dänen Hansen, und an die Arbeiten zu erinnern, welche die wissenschaftlichen Stationen für das Brauereigewerbe in Deutschland geleistet haben; man braucht nur diese Namen zu nennen, um zu wissen, dafs der Spruch „Backen und Brauen gerät nicht immer" nunmehr unwahr geworden ist."

Ausführlich äufserte ich mich auch 1898 Wochenschrift für Brauerei S. 650 und Zeitschrift für Spiritusindustrie S. 421 auf eine die irrtümliche historische Auffassung festhaltende Bemerkung Wortmanns.

Obschon ich solcherweise für die Verbreitung meiner Anschauung bemüht gewesen bin, ist sie doch nicht so aufgenommen worden, wie ich im Interesse richtiger historischer Würdigung wünschen mufs.

Dafs meine Auffassung die einzig richtige sei, dafür kann ich weitere Zeugnisse beibringen. Ich empfehle zunächst das genaue Studium des

Aufsatzes von Ingenkamp, Zeitschrift für klinische Medizin Bd. X, Heft 1 und 2, 1885; er ist leider wenig zugänglich; er gibt die historische Darlegung meistenteils unter wörtlicher Anführung der entscheidenden Stellen, soweit sie die wissenschaftliche Forschung betrifft. Wichtiger noch ist die Feststellung — Henneberg, Wochenschrift für Brauerei 1900, S. 416, nach Zopf, Leopoldina XXX —, daſs der tatsächlich erste Entdecker der vegetabilischen Natur der Hefe weder Cagniard-Latour noch Schwann sind, sondern F. T. Kützing, dessen durch einen Zufall nicht zum Druck gelangte Arbeit schon im Dezember 1834 vollendet war. Kützing hat ferner festgestellt, daſs die Essiggärung durch einen anderen Pilz als die Hefe verursacht wird, und sagt darüber in seinen 1837 erschienenen „*Mikroskopischen Untersuchungen über die Hefe und die Essigmutter*“ ausdrücklich:

„*Sicher hängt der ganze Prozeſs bei der geistigen Gärung von der Bildung der Hefe und bei der sauren von der Bildung der Essigmutter ab. — Jene Prozesse dagegen, welche die Essigbildung aus Alkohol mittels Platinmohr oder auf andere diesem ähnliche Weise einleiten, können nicht mit der Gärung verglichen werden; sie sind rein chemische Prozesse, während die Gärung ein organisch-chemischer Prozeſs wie der Lebensprozeſs eines jeden organischen Körpers ist.*“

So schlieſst denn Henneberg mit Recht:

„Pasteur wird die Entdeckung zugeschrieben, daſs jede besondere Gärung durch einen speziellen Pilz veranlaſst werde; er hat 1864 die Entdeckung des Essigpilzes für sich in Anspruch genommen. Kützing gelang dasselbe fast 30 Jahre früher.“

Veranlassung zu vorliegendem Aufsatz ist nun folgendes gewesen.

Die Bibliothek des Instituts für Gärungsgewerbe besitzt schon manches alte wertvolle Druckwerk, das Auskunft gibt über die geschichtliche Entwicklung unserer Wissenschaft; ein Freund sandte mir kürzlich: „Lehrbuch der Spiritusfabrikation auf rationeller Grundlage, von Dr. C. Trommer, Professor an der Königl. staats- und landwirtschaftlichen Akademie zu Eldena. Mit lithographischen Abbildungen und Holschnitten, Berlin 1858. Gustav Bosselmann, landwirtschaftliche Verlagsbuchhandlung.“

Die Jahreszahl 1858 ist die kritische; aus 1857 datieren die ersten wichtigen Veröffentlichungen Pasteurs. Trotz der Jahreszahl 1858, das Erscheinungsjahr ist auf dem Umschlag angegeben (das Buch ist nicht gebunden, im Innern kommt die Jahreszahl 1858 überhaupt nicht vor), ist die Vorrede datiert vom August 1856. Dieser auffallende Zwiespalt war mir um so wichtiger, als sich bei dem Lesen sehr schnell ergab, daſs Trommer voll und ganz, also *vor* Pasteur, auf dem vitalistischen

Standpunkt steht. Es war nun zunächst zu entscheiden, welche Erscheinungszeit für das Buch anzunehmen ist, und ob diese unzweifelhaft und dokumentarisch sichergestellt werden kann.

Ein Zufall hat es gewollt, dafs diese Klar- und Feststellung schnell und sicher erfolgen konnte, wie aus nachstehendem Brief hervorgeht:

Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Berlin, den 3. März 1903.
Hedemannstr. 10.
Fernsprech-Anschlufs. — Reichsbankgirokonto.

Herrn Geheimen Regierungsrat
Professor Dr. M. Delbrück,
Diktiert! Hier, N. 65.

Sehr geehrter Herr Geheimrat!

Sie richteten an mich die Frage, ob ich vielleicht in der Lage wäre, ermitteln zu können, wie es zusammenhängt, dafs bei dem Lehrbuch der Spiritusfabrikation von Professor Dr. L. Trommer in Eldena das Vorwort vom August 1856 datiert ist, während das Werk selbst mit dem Erscheinungsjahr 1858 versehen ist. Ich bin in der Lage, Ihnen in folgendem Auskunft darüber geben zu können.

Das Trommersche Werk ist im Verlage von Gustav Bosselmann in Berlin erschienen, und diese Firma Bosselmann ist nichts anderes als ein Vorgänger meiner eigenen Firma, die sich aus der Firma Bosselmann mit mehreren Zwischenstufen entwickelt hat. So ist auch das Trommersche Lehrbuch der Spiritusfabrikation noch heute in meinem Verlage vorhanden und noch in wenigen Exemplaren zu dem späteren ermäfsigten Preise von 1 Taler erhältlich.

Aus meinen Geschäftsaufzeichnungen geht nun hervor, dafs das Trommersche Werk in fünf einzelnen Lieferungen ausgegeben worden ist, und zwar vermag ich nach der amtlichen Bibliographie des Börsenblattes für den deutschen Buchhandel anzugeben, dafs

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Lieferung | 2 | am | 27. | November | 1857, |
| „ | 3 | „ | 1. | Januar | 1858, |
| „ | 4 | „ | 31. | März | 1858, |
| „ | 5 | „ | 17. | September | 1858 |

erschienen sind. Seitenzahl der einzelnen Lieferungen findet sich im Börsenblatt nicht verzeichnet, ebenso wie ich auch den Ausgabetermin von Lieferung 1 im Börsenblatt nicht aufzufinden vermochte.

Der Grund für das Fehlen von Lieferung 1 in der amtlichen Bibliographie ist vermutlich der folgende:

Wie ich aus einer Anzeige auf dem Umschlage des „Mentzel und von Lengerkeschen Kalenders auf das Jahr 1857“ ersehe, wurde die Lieferung 1 des Trommerschen Werkes, das ursprünglich den Titel trug „Handluch der Branntweinbrennerei und Spiritusfabrikation“, dem genannten Kalender auf das Jahr 1857 als Gratisbeigabe beigegeben. Infolge dieses Charakters als Gratiserscheinung ist dann vermutlich auch eine Aufnahme in der amtlichen Bibliographie unterblieben.

Aus dem Kommissionsbuch der Buchdruckerei W. Büxenstein, die s. Zt. das Werk druckte, vermochte ich auch tatsächlich festzustellen, dafs am 27. August 1856 drei Bogen des Trommerschen Werkes in einer Auflagehöhe von 17000 Exemplaren mit Umschlag gedruckt worden sind. Der Mentzel und von Lengerkesche Kalender auf das Jahr 1857 ist dann laut amtlicher Bibliographie Ende September 1856 im Buchhandel erschienen und damit auch vom Trommerschen Werk die erste, 3 Bogen starke Lieferung, also enthaltend S. 1—48. Es ist somit vollständig richtig, dafs das Vorwort auf S. 2 unterzeichnet ist mit „Eldena, im August 1856“.

Dafs die Lieferung 1 des Trommerschen Werkes dem Kalender tatsächlich beigelegen hat, geht nicht nur aus der oben bereits erwähnten Anzeige auf dem Kalender selbst hervor, sondern auch aus der enormen Auflagehöhe von 17000, die sonst ganz unnatürlich erscheinen würde, wie zuletzt aus dem Umstande, dafs, als im Oktober der Mentzelsche Kalender vergriffen war und neu gedruckt werden mufste, sich im Kommissionsbuche auch die Notiz findet, dafs ebenfalls vom Trommerschen Werke noch 3000 Exemplare der drei Bogen nachgedruckt worden sind.

Dafs das komplette Werk späterhin das Erscheinungsjahr 1858 aufgedruckt erhielt, entspricht dem buchhändlerischen Brauche, bei Lieferungswerken das Erscheinungsjahr der letzten Lieferung dem Gesamtwerke als Erscheinungsjahr aufzudrucken.

Ich hoffe, dafs Ihnen diese Auskunft genügen wird, und verbleibe

in vorzüglicher Hochachtung

Ihr ergebenster

Paul Parey.

Soweit die Auskunft der Verlagsbuchhandlung Paul Parey, die wohl als ein glänzendes Zeugnis der grofsartigen Organisation des deutschen Buchhandels gelten darf. Hiernach ist der Bogen 3 am 27. August 1856 gedruckt und Ende September ausgegeben worden.

Der Bogen 3 enthält nun den entscheidenden Inhalt, das Kapitel *„Die Gärung“*, und lautet wörtlich folgendermafsen:

## Aus Trommers Lehrbuch der Spiritusfabrikation.

### *Die Gärung.*

Wenngleich der Weingeist keine anderen Elemente enthält als diejenigen, aus denen die Zuckerarten bestehen, so entsteht derselbe doch aus diesen nur unter gewissen Bedingungen.

Diese Bedingungen sind folgende:

1. Die im vorhergehenden beschriebenen Zuckerarten, gleichviel ob Rohrzucker oder Traubenzucker oder Fruchtzucker, müssen im Wasser zu einer dünnflüssigen Flüssigkeit aufgelöst sein;
2. Neben dem Zucker müssen noch gewisse stickstoffhaltige Substanzen, wohin namentlich der Kleber und das Eiweifs gehören, zugegen sein;
3. darf die atmosphärische Luft, wenigstens in der ersten Zeit, nicht abgeschlossen sein, und endlich
4. darf die Temperatur nicht viel über 30° und nicht unter 5° R. betragen.

Werden diese Bedingungen erfüllt, so sehen wir in der Zuckerflüssigkeit nach und nach gewisse Veränderungen entstehen, die zunächst in der Bildung von Luftblasen bestehen. Die Flüssigkeit, war sie auch anfangs noch so klar, wird trübe, und es bildet sich neben den Luftblasen ein fester Körper, welcher aus lauter kleinen, nur mit Hilfe des Mikroskopes erkennbaren Zellen besteht. Diese Zellen sind entweder isoliert oder es hängen deren mehrere zusammen; ihre Gröfse ist verschieden. Alle sind mit einem körnigen Inhalte versehen, der sich in einigen zu gröfseren Bläschen ausbildet. (Vergl. Fig. 1 Taf. 1.) Nachdem diese Erscheinungen einige Zeit hindurch angedauert haben, läfst sich auch die Gegenwart des Weingeistes nachweisen. Wenngleich die Bildung desselben schon beim Beginn jener Erscheinungen stattgefunden hatte, so ist doch seine Quantität anfangs so gering, dafs die Erkennung desselben sehr schwierig ist. Die Bildung des luftförmigen Körpers geht mit der Bildung des Weingeistes Hand in Hand. Auch stehen ihre Quantitäten, wie später gezeigt werden wird, ziemlich in gleichem Verhältnisse. Da aber der luftförmige Körper einen viel gröfseren Raum einnimmt, so wird auch seine Gegenwart viel eher bemerkbar sein. Dieser luftförmige Körper ist Kohlensäure, eine Verbindung des Kohlenstoffes mit Sauerstoff, welche sich ebenfalls bei jedem Verbrennungsprozesse, Atmungsprozesse usw. bildet. Sie besteht aus 27,27 Kohlenstoff und 73,73 Sauerstoff. Ihre atomistische Bezeichnung ist $= C + 2O$. Sie ist viel schwerer als die atmosphärische Luft; ihr spezifisches Gewicht beträgt 1,5. Eingeatmet ist die Kohlensäure sehr giftig. Aus diesem Grunde ist es sehr gefährlich, sich in Räumen aufzuhalten, wo gröfsere Massen gären, wenn nicht für einen gehörigen Luftzug gesorgt ist. Sie wird sich anfangs ihrer gröfseren Schwere wegen auf den Böden solcher Räume anhäufen. Ein brennendes Licht verlöscht sogleich in dieser Luftart. —

Die Gärung besteht demnach in einem Zerfallen der Zuckerarten in ihre Elemente und der sofortigen Gruppierung derselben zu zwei neuen Körpern, *Weingeist* und *Kohlensäure*. —

Diese Erscheinung wird aber durch die Gegenwart eines besonderen Körpers bedingt, der, wie oben bemerkt wurde, fester Natur ist und in Form von Zellen auftritt. Seine Erzeugung verdankt er jedenfalls der stickstoffhaltigen Substanz, denn dafür spricht schon seine Zusammensetzung. Den eigentlichen Impuls hierzu müssen wir aber zunächst in der atmosphärischen Luft suchen. Denn wird dieselbe vollständig ausgeschlossen, so findet eine Gärung und mithin eine Erzeugung jenes Körpers nicht statt. —

Indessen ist die Gegenwart der atmosphärischen Luft nur für den ersten Augenblick notwendig; denn ist erst die Gärung eingeleitet oder sind einige der Zellen erst entstanden, so bedarf es für die weitere Erzeugung derselben oder, was dasselbe ist, für die Fortsetzung der Gärung der atmosphärischen Luft nicht mehr. Hieraus geht hervor, dafs die Wirkung derselben keine *chemische* sein kann. Noch mehr spricht aber der Umstand dafür, dafs, wenn die atmosphärische Luft vorher bis zur Rotglühhitze erhitzt wird, ihre Wirkung erloschen ist. Bei dieser Erwärmung aber werden ihre wesentlichen Bestandteile, Sauerstoff und Stickstoff, nicht verändert. Ebenso hört jene Wirkung der atmosphärischen Luft auf, wenn dieselbe zuvor durch konzentrierte Schwefelsäure hindurchgeleitet wurde.

Wir müssen die Ursache daher in etwas anderem suchen. — Jenen festen Körper, welcher, wie gezeigt wurde, bei der Gärung in Form von Zellen auftritt, müssen wir als ein Aggregat von Organismen betrachten. Hierzu haben wir mehrfache Gründe. Der erste und wichtigste liegt in der eigentümlichen Gestalt. Bekanntlich bestehen die einfachsten Organismen aus Zellen in derselben Art, wie wir sie hier beobachten. Ganz besonders tritt diese einfache Form des Individuums sehr oft im Pflanzenreiche auf, und hier sind es namentlich verschiedene Arten von Algen und Pilzen, welche dergleichen einfache Gestalten zeigen. Mit Rücksicht hierauf betrachtet man auch jene Zellen als Pilz und nennt ihn seiner besonderen Eigenschaft wegen *„Gärungspilz"* oder *„Hefepilz"*, da im gewöhnlichen Leben derselbe den wesentlichen Bestandteil der Hefe bildet.

Ein zweiter fast nicht minder wichtiger Grund ist darin zu suchen, dafs diese Zellen nur bei den Temperaturen existieren können, wo überhaupt eine organische Schöpfung möglich ist. Temperaturen unter 0° und über + 6°[1]) verhindern seine Entstehung und vernichten seine individuelle Tätigkeit vollständig. Aber auch verschiedene Substanzen, die in kleinen Dosen die Lebensfähigkeit höher organisierter Körper vernichten, bewirken

[1]) Diese Zahl steht so im Original, offenbar ein Druckfehler. D.

auch hier eine ähnliche Erscheinung. Dahin gehören: arsenige Säure, Sublimat, Kupfer- und Bleisalze usw., wie dies später ausführlich gezeigt werden wird.

Sonach dürfen wir wohl mit Recht jene Zellen als Organismen und zwar als pflanzliche Organismen betrachten. Zu ihrer Erzeugung liefert die atmosphärische Luft die Keime. Sind aber erst einige Individuen erzeugt, so bedarf es einer solchen Erzeugung nicht mehr; alsdann findet eine Fortpflanzung und Erzeugung neuer Individuen durch Teilung der älteren statt.

Die Teilnahme der atmospärischen Luft an der Erzeugung der ersten Zellen des Gärungspilzes und vor allem die Umstände, unter denen eine solche Teilnahme sich kundgibt, dringt uns die Überzeugung auf, dafs hier eine sogenannte spontane Erzeugung (generatio aequivoca) nicht stattfindet. Die Luft enthält die Keime und jedenfalls in grofser Anzahl, und diese beginnen sich zu entwickeln, sobald sie einen geeigneten Boden finden. Wenn nun gleich, wie bereits erwähnt wurde, die Erzeugung neuer Zellen von da an mit Hilfe der Keime nicht mehr nötig ist, insofern nun eine rein individuelle Erzeugung beginnt, so schliefst dies die erstere Bildung durchaus nicht aus. Möglich, sogar wahrscheinlich, dafs beide Arten von Bildungen nebeneinander bestehen. —

Fragen wir aber, wie entstehen die Keime? so kommen wir mit einer Antwort in einige Verlegenheit. Keime nach Analogie der Keime höher organisierter Pflanzen, wie sie in deren Samen vorkommen, können es unmöglich sein, indem zur Erzeugung dieser Keime eine Mutterpflanze vorausgehen mufs. Nun könnte hier allerdings neben der Bildung neuer Zellen mit Hilfe der schon vorhandenen auch ebensogut die Bildung neuer Keime stattfinden; man kann freilich mit Hilfe des Mikroskopes dergleichen nicht wahrnehmen, allein dies ist noch kein Beweis gegen diese Entstehungsweise, da sie ihrer Kleinheit wegen bis jetzt dieser Untersuchung entgangen sein könnten. Prüfen wir aber die Verhältnisse, unter denen sie sich bilden sollen, genauer, so ist nicht einzusehen, wie diese neugebildeten Keime aus den gärenden oder gegorenen Flüssigkeiten wieder nach der atmosphärischen Luft zurückkehren sollen. Freilich haben wir auch hier noch einen Ausweg. Wie schon gesagt wurde, entwickeln sich während der Gärung bedeutende Mengen einer Luftart, Kohlensäure, welche der atmosphärischen Luft zugeführt werden. Leicht möglich, dafs auf diesem Wege die Keime des Gärungspilzes ihrem ursprünglichen Aufenthaltsorte wieder zugeführt werden. —

Seit den interessanten Entdeckungen, welche man in der Entwicklung gewisser Eingeweidewürmer gemacht hat, wo man nämlich fand, dafs ganz einfache Formen, auf einen andern Boden verpflanzt, die Keime zu ganz

anderen, weit zusammengesetzteren Formen wurden, dürfen wir mit einigem Rechte diese Erscheinungen auch auf die primäre Erzeugung des Hefepilzes anwenden. Analog derselben sind jene Keime des letzteren ebenfalls einfachere, vielleicht die einfachsten Formen, auf deren Erzeugung wir nicht weiter einzugehen nötig haben, die jedoch, auf einen andern Boden verpflanzt, ebenfalls in andere Formen und hier in die des Hefepilzes übergehen. —

Diese Ansicht entbehrt auch übrigens nicht ganz gewisser positiver Stützpunkte. Wenn wir nämlich eine gärende Flüssigkeit genau untersuchen, so werden wir stets aufser den Zellen des Gärungspilzes eigentümliche Gebilde beobachten, welche, wie Fig. 1a zeigt, sich durch ihre längliche Form wesentlich von dem Gärungspilze unterscheiden. Diese schwimmen wie kleine Fäden, deren Länge den gröfsten Zellen des Gärungspilzes gleichkommt, in der Flüssigkeit myriadenweise umher, sind daher sehr dünnwandig und scheinen neben einer sehr starken Molekularbewegung eine wirkliche Ortsbewegung zu besitzen. Es kann hier nicht der Ort sein, über die Entstehung dieser Körperchen, noch über ihre Beziehung zum Gärungspilze weitere Hypothesen aufzustellen. Dafs sie aber in irgend einer Beziehung zum Gärungspilze stehen, vielleicht gar zur Gärung selbst, möchte kaum zu bezweifeln sein; denn so oft man auch den Gärungspilz untersuchen mag oder irgend eine gärende Flüssigkeit, so wird man stets diese Gebilde beobachten und in um so gröfserer Masse, je kräftiger die Gärungserscheinungen sind oder je kräftiger und frischer der Gärungspilz ist. —

Wie wir gesehen haben, beginnt mit der Erzeugung des Gärungspilzes auch die Gärung. Es ist daher nicht erst nötig, die primäre Erzeugung desselben abzuwarten, sondern man erreicht seinen Zweck aus später zu erörternden Gründen in einem weit höheren Mafse und weit schneller, wenn man gerade zu einer Zuckerflüssigkeit den Gärungspilz hinzusetzt. Man kann denselben zu dem Ende leicht bei jeder gärenden Flüssigkeit sammeln und benutzt ihn für obigen Zweck, im gewöhnlichen Leben als *„Hefe“*. Namentlich wird bei der Darstellung des Bieres stets eine grofse Menge der Hefe als Nebenprodukt gewonnen und, mit etwas der gegorenen Flüssigkeit gemengt, als *flüssige* Hefe in den Handel gebracht. Oder auch man entfernt den gröfsten Teil der Flüssigkeit durch Absetzen der Hefe und Auspressen derselben, was z. B. bei der Spiritusfabrikation aus dem Getreide sehr oft geschieht, und benutzt sie in festem Zustande unter dem Namen von *Pfund-* oder *Prefshefe*.

Setzt man nun einer Zuckerflüssigkeit unter Beobachtung einer Temperatur, die nicht viel unter 5° R., aber auch nicht viel über 25° betragen darf, eine kleine Quantität Hefe hinzu, so werden, ist die Temperatur über 15° R., in kürzester Zeit, ist sie aber unter 10° R., in etwas längerer Zeit die Gärungserscheinungen eintreten.

Wir haben als erste und vornehmste Bedingung der Gärung die Gegenwart des Hefepilzes aufgestellt, ohne bis jetzt das direkte Verhältnis desselben zu dieser Erscheinung weiter anzuführen.

Zunächst mufs entschieden werden, ob die Gärung auch ohne Gärungspilz erfolgen und ob letzterer ohne Gärung erzeugt werden kann. In betreff des ersteren Falles will man allerdings Gärungserscheinungen auch ohne die Gegenwart des Gärungspilzes beobachtet haben. Indessen stehen diese Beobachtungen zu isoliert da, als dafs sie eine besondere Geltung haben könnten. Überdies kann der Gärungspilz in den ersten Zeiten seiner primären Erzeugung sehr leicht übersehen werden.

Was aber den zweiten Fall anbetrifft, so können wir füglich annehmen, dafs die vollkommene Ausbildung des Gärungspilzes der Gärung vorausgehen mufs, und sonach mufs notwendigerweise in der Vegetationszeit des Pilzes eine Periode vorhanden sein, in der er noch nicht imstande ist, Gärungserscheinungen hervorzubringen. —

Untersuchen wir die Veränderungen, welche durch die Gegenwart eines Körpers in einem anderen erregt und hervorgebracht werden, oder vielmehr den Grund dieser Erscheinungen, so liegt derselbe bei unorganischen Körpern in der chemischen Verwandtschaftskraft, bei organischen Körpern aber oder eigentlich bei Organismen in dem für die Existenz des Organismus notwendigen Stoffwechsel. In noch anderen Fällen ist derselbe in einer rein physikalischen Beziehung zu suchen. Es gibt aber zuweilen Fälle, wo keiner dieser Gründe nachgewiesen werden kann. Wir sehen nämlich (wie es auch bei der Entstehung des Traubenzuckers vermittels der Schwefelsäure erwähnt wurde, siehe S. 36), dafs Zersetzungen und Bildungen zwischen Körpern von seiten eines anderen Körpers hervorgebracht werden können, ohne dafs weder ein chemischer, noch ein organischer, noch ein rein physikalischer Zusammenhang zwischen diesem und dem anderen Körper nachgewiesen werden kann. Man hat, wie früher schon erwähnt, diese ganz eigentümlichen Wirkungen „*Kontakt*“ oder „*katalytische*“ Wirkungen genannt.

Untersuchen wir nun das Verhältnis, in welchem die Wirkung der Hefe zum Zucker steht, so werden wir zunächst auf ein organisches hinweisen. Die Hefe, als ein pflanzlicher Organismus, bedarf zu ihrer Existenz, wie alle übrigen Organismen, gewisser Substanzen, die wir mit dem Namen „*Nährmittel*“ bezeichnen. Die Zerlegung dieser Substanzen — insofern dieselben noch nicht assimilierbar sind, d. h. insofern dieselben nicht unmittelbar in die Masse des Organismus aufgenommen werden und einen wirklichen Ersatz für die infolge des Stoffwechsels ausgetretenen Stoffe darbieten können — erfolgt stets vermittels gewisser, dem Organismus eigentümlicher Kräfte, welche wir deshalb auch mit Recht organische Kräfte nennen können. Dergleichen Wirkungen aber erfolgen nur,

wenigstens in den meisten Fällen, wenn eben jene Bedingungen vorausgehen. —

Der Gärungspilz oder, was dasselbe ist, die Hefe bedarf als Organismus ebenfalls zu ihrer Entstehung und weiteren Fortbildung gewisser Stoffe, welche wir mit Recht als ihre Nährmittel bezeichnen können. — Der chemischen Untersuchung zufolge besteht der Gärungspilz aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, folglich müssen die betreffenden Nährmittel vor allem auch diese elementaren Bestandteile enthalten. Der Zucker und seine Produkte: Alkohol und Kohlensäure, enthalten nur drei dieser elementaren Bestandteile, denn der Stickstoff fehlt ihnen, folglich mufs dieser letztere dem Gärungspilze aufserdem noch in irgend einer Gestalt zugänglich sein. Mit Recht sucht man die Quelle hierzu in gewissen schon früher genannten stickstoffhaltigen Verbindungen, wie z. B. Eiweifs, Kleber usw. Ja, man ist der Ansicht, dafs der Gärungspilz allein aus dieser letzteren Quelle sämtliche elementare Bestandteile schöpft, und dafs weder der Zucker, noch die Produkte desselben, welche während der Gärung entstehen, in irgend einer solchen Beziehung zum Gärungspilz stehen. Dies folgert man unter anderem aus der Quantität der erhaltenen Produkte des Zuckers, des Alkohols und der Kohlensäure, welche mit der in Gärung übergegangenen Zuckermenge übereinstimmt. Ist diese Beobachtung richtig, so kann der Zucker keinenfalls als ein Nährmittel des Gärungspilzes betrachtet werden. Ebensowenig ist dies mit den Produkten desselben der Fall, und diese letztere Behauptung findet ganz besonders in dem Verhalten des Alkohols zum Hefepilze einen Stützpunkt. Wir sehen nämlich, dafs der Alkohol im konzentrierten Zustande die Gärung geradezu vollständig verhindert.

Hieraus geht mit grofser Wahrscheinlichkeit hervor, dafs die Gärungserscheinungen mit Rücksicht auf das Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure nicht in das Bereich der direkten Ernährung des Gärungspilzes hineingezogen werden können.

Ebensowenig lassen sich die Gärungserscheinungen auf rein chemische zurückführen, in denen bekanntlich die chemische Verwandtschaftskraft die alleinige Ursache ist. Dafs hier ein Teil des Kohlenstoffes mit einem Anteil des Sauerstoffes sich zu Kohlensäure verbindet, geschieht allerdings infolge der grofsen chemischen Verwandtschaft, welche beide Körper zueinander haben. Sie existierten in diesem Verhältnis und in dieser Form nicht schon im Zucker, sondern verbanden sich erst, nachdem der Zucker in seine Elemente zerfallen war. Dafür spricht namentlich die Temperaturerhöhung, welche man bei der Gärung stets beobachtet. — Warum bilden sich nun nicht noch ähnliche binäre Verbindungen des Kohlenstoffes mit Sauerstoff oder mit Wasserstoff und warum entsteht neben einer Verbindung, wie die der Kohlensäure, eine andere, welche ihrer ternären

Zusammensetzung und ihren übrigen Eigenschaften nach zu den organischen Verbindungen gezählt werden mufs?

Gesetzt, diese Fragen könnten beantwortet werden, so wäre hiermit doch noch keineswegs das eigentliche Problem der Gärung gelöst, nämlich das Zerfallen des Zuckers in seine Elemente. Wir können den Zucker unmöglich als eine Verbindung betrachten, in welcher die Elemente durch geringe chemische Verwandtschaft miteinander verbunden sind. Denn an und für sich, wenn auch alle Bedingungen erfüllt werden, unter denen die chemische Verwandtschaftskraft sich geltend machen hann, erleidet der Zucker keine Zersetzung.

Der Gärungspilz steht daher weder in einem organischen noch in einem chemischen Verhältnisse zum Zucker, noch zu den Gärungsprodukten desselben.

Die physikalischen Wirkungen der Körper beziehen sich besonders auf Adhäsion. Wir sehen z. B. bei der Kohle, dafs von derselben gewisse gasförmige und flüssige Körper auf ihrer Oberfläche infolge der Anziehung niedergeschlagen und verdichtet werden. Dadurch können Verbindungen herbeigeführt werden, welche unter anderen Umständen, selbst wenn alle Bedingungen zu einer chemischen Verbindung gegeben sind, nicht erfolgen. Wir wollen in dieser Beziehung unter anderem auf die Wirkung des porösen Platinas zwischen Wasserstoff und Sauerstoff aufmerksam machen.

Ob nun bei der Gärung dem Hefepilze eine solche Wirkung auf den Zucker unterbreitet werden kann, ist schwer zu sagen. Doch auch selbst in dem Falle, wo eine besondere Anziehung nachgewiesen werden könnte, die proportional der Oberfläche des Hefepilzes nicht unbedeutend sein dürfte, wäre das Zerfallen des Zuckers in seine Elemente immer noch nicht erklärt.

So bliebe uns denn noch die Wirkung durch Kontakt oder die Katalyse übrig.

Wie die Schwefelsäure unter gewissen Umständen das Stärkemehl disponiert, Wasser aufzunehmen und sich in Zucker umzuändern, ohne in irgend einer chemischen Beziehung zum Stärkemehl oder zu dem aus demselben entstandenen Zucker zu stehen, so disponiert der Hefepiltz den Zucker, zu zerfallen, und dessen Elemente, sich zu Alkohol und Kohlensäure zu verbinden.

Es ist schon früher darauf hingedeutet worden, dafs die Hefe aus Bläschen bestehe, die ganz analog den Pflanzenzellen gebildet seien (Fig. 9).

Dieselben sind nicht mehr oval als rund und von verschiedener Gröfse, entsprechend dem verschiedenen Alter. Der Längsdurchmesser der ausgewachsenen Zellen beträgt ungefähr 0,002 bis 0,003 mm. Bei

dieser Kleinheit ist die Oberfläche derselben zusammengenommen aufserordentlich grofs.

Man unterscheidet an jeder Hefezelle sehr deutlich eine Hülle, welche aus einer sehr zarten Membran besteht, und einen Inhalt. Beide sind in ihrer chemischen Zusammensetzung verschieden, insofern nämlich, wie weiter unten gezeigt werden wird, die Hülle eine stickstofffreie, der Inhalt dagegen eine stickstoffhaltige Substanz ist. —

Hier endet Bogen 3; das Kapitel Gärung wird fortgesetzt auf Bogen 4, welcher am 27. November 1857 ausgegeben ist.

Der Schlufs des Kapitels Gärung lautet wie folgt:

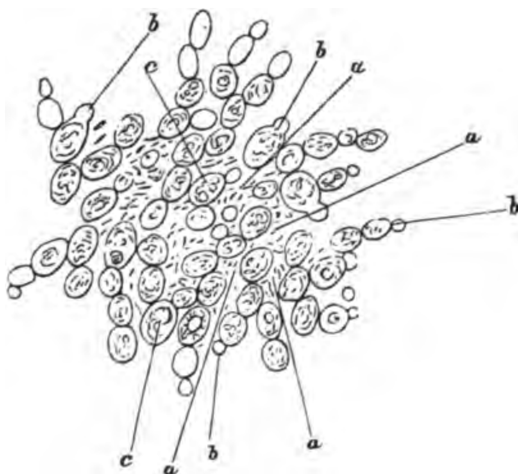


Fig. 9.

Die Wirkung der Hefezellen auf den Zucker geschieht unmittelbar an ihrer Oberfläche. Man kann dies am besten dadurch beweisen, wenn man einen auf beiden Seiten offenen Glaszylinder nimmt und die eine Seite mit feinem Filtrierpapier dicht verschliefst. Bringt man dann in den Zylinder etwas Hefe und hängt ihn in einem Gefäfse, welches zum Teil mit einer Zuckerflüssigkeit gefüllt ist, so auf, dafs das die Hefe enthaltende Ende bis unter das Niveau der Flüssigkeit hinabreicht, so wird man finden, dafs nach einiger Zeit innerhalb des Zylinders Gärungserscheinungen stattfinden. Die Hefezellen können nicht durch die Poren des Papiers nach der aufserhalb sich befindlichen Flüssigkeit gelangen, wohl aber kann dies von seiten der Zuckerflüssigkeit nach der Hefe geschehen.

Wie schon früher erwähnt, besteht die Hefe aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff; aufserdem finden sich auch kleine Mengen von Schwefel und Phosphor in derselben.

Es sind dies dieselben elementaren Bestandteile, aus denen gewisse organische Verbindungen bestehen, welche der Ähnlichkeit in ihrer Zusammensetzung wegen eine Gruppe bilden, welche mit dem Namen „*Proteinsubstanzen*“ bezeichnet wird. Es ist mehr als wahrscheinlich, dafs nur aus dergleichen Substanzen sich die Hefe bilden kann, und wie

wir schon hervorgehoben haben, gehören hierher besonders das Eiweiſs und der Kleber.

Die Resultate der Untersuchungen stimmen mit Rücksicht auf die Quantität genannter elementarer Bestandteile der Hefe nicht ganz überein, was wahrscheinlich in der gröſseren oder geringeren Reinheit, in welcher die Hefe zur Untersuchung verwendet wurde, seinen Grund hat. So schwankt z. B. der Stickstoffgehalt zwischen 9—11 %, der Kohlenstoff zwischen 47 und 50 %. Die Hülle (Zellhaut) ist, wie schon gesagt, von anderer Zusammensetzung als der Inhalt; diese enthält keinen Stickstoff und gehört ihrem chemischen Verhalten nach zur Zellulose.

Die Hefe hinterläſst nach der Verbrennung eine nicht unbeträchtliche Menge von Asche (es finden sich gegen 4 % derselben vor), bei welcher die groſse Menge der Phosphorsäure sehr auffallend ist. Man hat von letzterer bis zu 59 % in der Asche gefunden. Dagegen enthält dieselbe nur Spuren von Kieselsäure, eine Substanz, welche sonst den Vegetabilien nie fehlt.

Das spezifische Gewicht der Hefe ist gröſser als das des Wassers. —

Das Zerfallen des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure steht mit der Erzeugung, dem Wachstum und der Fortpflanzung der Hefe in einem unverkennbaren Zusammenhange. Doch kann dies nur auf diejenigen Verhältnisse angewendet werden, wo neben dem Zucker auch gleichzeitig jene stickstoffhaltigen Substanzen zugegen sind, die wir als die Grundlage des Hefepilzes kennen gelernt haben. Bei dieser Gelegenheit kann man vermittels des Mikroskops sehr deutlich die Vermehrung der Zellen beobachten und man wird finden, daſs eine einzige Zelle in Zeit von 24 Stunden sich um das Acht- bis Zehnfache vermehrt. Die Vermehrung selbst geschieht, wie schon früher erwähnt wurde, durch Teilung. Entweder baucht sich die Wand der Zelle an irgend einer Stelle aus, welcher Teil hierauf gröſser und gröſser wird, eine Zeit lang mit der Mutterzelle im Zusammenhange bleibt, endlich sich lostrennt, um als neues Individium ebenfalls auf gleiche Weise zur Vermehrung beizutragen. (Man vergleiche Fig. b auf S. 283.)

Auſser dieser Art der Vermehrung scheint aber noch eine zweite vorhanden zu sein. Man wird nämlich bei einiger Aufmerksamkeit beobachten, daſs bei einigen Zellen der Inhalt, anstatt feinkörnig zu sein, groſse Kugeln oder Bläschen zeigt. Wenn eine oder mehrere dieser Kügelchen eine gewisse Gröſse erreicht haben, so ist es wahrscheinlich, daſs die Mutterzelle zerplatzt und die Brut in der Füssigkeit ihre weitere Ausbildung erhält (Fig 10).

Es gibt aber Verhältnisse, wo, obgleich eine Vermehrung des Hefepilzes nicht nachweisbar ist, dennoch die Gärungserscheinungen in derselben Art beobachtet werden: wenn nämlich die reine Hefe mit reiner Zuckerlösung in Berührung kommt. — Bei dieser Gelegenheit findet ebenfalls die

Bildung des Alkohols und der Kohlensäure statt, allein es fehlen jene stickstoffhaltigen Substanzen, welche wir als die Grundlage des Gärungspilzes kennen gelernt haben. Um diese Erscheinung zu erklären, nimmt man zwar an, dafs der Hefe, welche zu solchen Versuchen verwendet wird, stets noch ein Teil derjenigen Substanz anhafte, aus der sie sich ursprünglich erzeugt hat. Einer solchen Annahme steht aber manches entgegen. Einmal müfste die Wirkung der Hefe mit ihrer vollkommenen Reinheit vernichtet sein und zweitens müfste bei fortgesetzter Anwendung einer und derselben Hefe deren Wirkung zuletzt erlöschen. Was ersteren Fall betrifft, so ist Hefe, welche auf einem Filter so lange ausgewaschen wird, bis die ablaufende Flüssigkeit nichts mehr Lösliches enthält, immer noch wirksam, und im zweiten Falle sehen wir, dafs eine und dieselbe Hefe, welche schon zu öfteren Malen verschiedene Zuckermengen in Gärung versetzt hat, noch wiederum die Gärung bei einer Zuckermenge hervorzubringen vermag. Das einzige Bemerkbare in diesem Falle ist, dafs eine solche Hefe in ihrer Zusammensetzung verändert wird und vor allem einen geringeren Stickstoffgehalt zeigt.

Diese Erscheinungen rechtfertigen gewissermafsen die Ansicht, welche man unter anderem über die Wirkung der Hefe bei der Gärung aufgestellt hat. Man stellt sich nämlich vor, dafs die Hefe ein in einer eigentümlichen Zersetzung begriffener Körper sei, der imstande wäre, auf rein mechanischem Wege, durch Stofs, die Zersetzung auf den Zucker zu übertragen und hier den ohnedies lockeren Zusammenhang der Atome seiner Elemente aufzuheben. —

Warum aber nach diesem sich die Elemente des Zuckers gerade zu Alkohol und Kohlensäure und zu keinen andern Verbindungen gruppieren, ist hierdurch ebensowenig erwiesen.

Wie dem aber auch sein möge, ob die Fortpflanzung der Hefe in einem direkten oder indirekten Verhältnisse zur Gärung steht, stets wird man in den Fällen, wo es sich um die Erzeugung des Weingeistes im grofsen handelt, auch gleichzeitig auf die Vermehrung der Hefe Bedacht nehmen müssen. Wir haben schon einige Male erwähnt, dafs der Gärungspilz in seiner Organisation nicht gestört werden darf, wenn er eben diesem Namen entsprechen soll. Die Gärung wird sogleich unterdrückt und aufgehoben, wenn die Temperatur eine so hohe ist, dafs überhaupt keine organische Schöpfung mehr in derselben bestehen kann. — Bei einer Temperatur von 70° R., bei welcher das Eiweifs gerinnt, hören auch die Gärungserscheinungen auf. Dasselbe gilt auch, wenn auch nicht in dem Mafse, von niederen Temperaturen. Ist die Gärung einmal eingeleitet, so nimmt sie zwar bei niederen Temperaturen ab, aber sie hört keineswegs vollständig auf. Nur erst dann, wenn die Temperatur so niedrig ist, dafs die Flüssigkeit fest wird, hört die Gärung gänzlich auf. Der Hefepilz ist

aber in seiner Organisation lange nicht so gestört, als dies bei höheren Temperaturen der Fall ist. Denn Hefe, die selbst längere Zeit vollständig gefroren war, leitete sogleich bei einer Temperatur von 18—20° R. die Gärung wieder ein.

Aber auch durch andere Einflüsse kann die Gärung gestört und unter Umständen ganz unterdrückt und die Wirkung des Hefepilzes für immer vernichtet werden.

Schon früher war davon die Rede, dafs gewisse Substanzen imstande seien, die Wirkung der Hefe aufzuheben oder gar zu vernichten. Zu diesen gehören Quecksilberoxyd- und Quecksilberoxydulsalze, Arsenik (arsenige Säure), Blei- und Kupfersalze, konzentrierte Blausäure, Schwefelwasserstoff, ätherisches Senföl, Kreosot. Diese vermögen schon in kleinen Dosen die Wirkung der Hefe aufzuheben, und letztere bleibt auch nach Entfernung jener Substanzen, mit Ausnahme des essigsauren Bleioxyds, durchaus unwirksam. Ebenso geschieht dies durch Ätzammoniak, kohlensaures Ammoniak, Salzsäure und Salpetersäure, während Schwefelsäure, in derselben Gewichtsmenge hinzugesetzt, jene nachteilige Einwirkung nicht zeigt. Konzentrierte Schwefelsäure löst die Zellenwandungen vollständig auf, ohne den Inhalt zu zerstören, und verwandelt zunächst die Membran in eine stärkemehlartige Substanz. Konzentrierte Alkalien zerstören ebenfalls die Organisation der Hefe. In sehr verdünntem Zustande sind sie indessen nicht weiter nachteilig, ebenso die kohlensauren Alkalien. Aus diesem Grunde beeinträchtigt eine Seifenauflösung, wenn sie nicht sehr konzentriert ist, die Gärung durchaus nicht.

Ohne nachteiligen Einflufs auf die Hefe sind ferner die Pflanzensäuren, mit Ausnahme der Oxalsäure, welche schon in kleinen Dosen die Gärungserscheinungen aufhebt; ferner die Salze der Alkalien, schwefelsaures Eisenoxydul, Blutlaugensalz, schwefelsaures Zinkoxyd, Brechweinstein. Alaun hemmt eine Zeit lang die Gärung, alsdann aber beginnt sie wieder und geht ohne Unterbrechung vor sich.

Am interessantesten ist die Wirkung des Weingeistes selbst. Es ist eine bekannte Tatsache, dafs man Vegetabilien, wie süfse Früchte usw., lange Zeit in Weingeist aufbewahren kann, ohne dafs eine Gärung eintritt. Der Weingeist läfst sonach die Bildung der Hefekügelchen nicht zu. Ebenso verhindert er bei dem fertigen Hefepilze und einer Zuckerlösung die Gärung. Doch treten diese Erscheinungen erst bei einer gewissen Konzentration ein. In einer Flüssigkeit von 12 % Tr. findet noch keine störende Einwirkung statt. Erst von da ab nehmen mit steigender Konzentration des Weingeistes die Gärungserscheinungen ab und hören in einer Flüssigkeit von 30 % Tr. ganz auf.

Diese Erscheinung ist höchst auffallend und erschwert die richtige Einsicht in die Wirkungsweise des Hefepilzes um so mehr.

Fuselöl und Chloroform heben ebenfalls schon in sehr kleinen Mengen die Wirkung der Hefe auf.

In allen diesen Fällen, wo die Tätigkeit des Hefepilzes unterdrückt wird, gleichviel ob für immer oder nur auf eine gewisse Zeit, ist eine Veränderung in der äufseren Organisation desselben nicht wahrnehmbar. — Geht aber die Wirkung des Hefepilzes nur von der Oberfläche desselben aus, ohne im mindesten in einem organischen Zusammenhange mit derselben zu stehen, so mufs schon die Wirkung durch Veränderungen der Oberfläche aufgehoben werden, welche wir noch gar nicht wahrnehmen können.

Wird die Oberfläche des Hefepilzes auf mechanischem Wege, durch Reiben usw., zerstört, so hört die Wirkung desselben vollständig auf.

Gasförmige Körper, wie *Sauerstoff*, *Kohlensäure*, *Wasserstoff*, scheinen sich indifferent gegen denselben zu verhalten.

Man kann Hefe lange Zeit in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure aufbewahren, ohne dafs sie sich im mindesten verändert. In reinem Sauerstoff aufbewahrt, tritt nach und nach eine Verderbnis ein, doch hängt dies auch von der Temperatur ab.

Hefe, welche 14 Tage in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure aufbewahrt worden war, hatte von ihrer Wirkung nicht das mindeste eingebüfst und blieb auch, der Luft eine Zeit lang ausgesetzt, ohne alle Veränderung, während dagegen Hefe, ebenso lange Zeit in Sauerstoff aufbewahrt, etwas an ihrer Wirkung verloren hatte und, später der Luft ausgesetzt, sehr bald mit Schimmel überzogen wurde. —

Auch die eingetrocknete Hefe verliert ihre Wirkung fast vollständig, selbst dann, wenn das Eintrocknen bei der gewöhnlichen Temperatur stattgefunden hatte. —

Verfolgt man die Gärungserscheinungen weiter, so wird man bemerken, wie in dem einen Falle die Hefezellen in der Flüssigkeit zerstreut und tätig sind, auch ein Teil derselben nach oben steigt und eine Zeit lang auf der Oberfläche schwimmt.

In dem anderen Falle verweilen die Hefezellen auf dem Boden des Gefäfses, steigen nie in die Höhe und es kann also die Zerlegung des Zuckers nur von unten auf erfolgen.

Mit Rücksicht hierauf hat man diese letzteren Erscheinungen *Untergärung,* die ersteren hingegen *Obergärung* genannt.

Der Verlauf der Untergärung ist weit langsamer; dieselbe findet am besten bei einer Temperatur von 5—8° R. statt. Die Obergärung hingegen verläuft weit schneller; für diese ist die geeignetste Temperatur zwischen 15—25° R.

Beim ersten Anblick möchte es scheinen, als wenn diese Modifikation der Gärung von der Temperatur abhängig wäre; indessen, wenn dieselbe

auch zweifelsohne einen Einfluſs darauf hat, so ist sie doch keineswegs die alleinige Ursache. Es muſs zunächst in der Hefe selbst der Grund dieser Erscheinung gesucht werden, indem die Hefe, welche die Untergärung bewirken kann, nämlich die *Unterhefe*, selbst bei höherer Temperatur ihren Charakter nicht sogleich aufgibt. Dasselbe gilt von der *Oberhefe*. Doch gelingt es nach und nach, mit Hilfe der Temperaturen die eine Hefe in die andere umzuändern.

Ein Unterschied in der Gestalt dieser beiden Hefen ist durchaus nicht wahrzunehmen.

Die untenstehende Abbildung zeigt reine Unterhefe, wie sie zur Gärung des baierischen Bieres benutzt und gleichzeitig bei dieser Gelegenheit in groſser Menge erzeugt wird.

Nicht unwahrscheinlich ist es, daſs beide Hefearten auſser durch die Art und Weise, wie dieselben die Gärung hervorrufen, sich auch noch durch die Art der Fortpflanzung unterscheiden. Man bemerkt nämlich bei der Unterhefe höchst selten eine Ausstülpung der Zellen oder eine Vermehrung durch Knospen, wie dies in der Regel bei der Oberhefe der Fall ist. (Man vergl. die Abbildung der Oberhefe[1]) [Fig. 10].)



Fig. 10.

Es findet die Fortpflanzung bei der Unterhefe in der Art statt, daſs sich Brutzellen in der Mutterzelle bilden und letztere, nachdem einige der Brutzellen eine gewisse Gröſse erreicht haben, platzen, worauf dieselben als selbständige Hefezellen erscheinen.

Bei einer ferneren sorgsamen Untersuchung wird man aber auch bemerken, wie der Unterhefe jene eigentümlichen Begleiter, die wir bei der Oberhefe als fadenförmige Körperchen kennen gelernt haben, gänzlich fehlen. Wenn wir an jener Stelle anführten, daſs diese Körperchen, die wir der Kürze wegen „Vibrionen" nennen wollen, in jeder gärenden Flüssigkeit vorhanden seien, und daſs ihre Anzahl und Gröſse zu der Energie der Gärung in einem geraden Verhältnis stehe, so gilt dies, streng genommen, nur von der Obergärung und von der Oberhefe. Denn bei einer Untergärung und einer wirklichen Unterhefe kann man diese Vibrionen nicht beobachten.

---

[1]) Es ist früher auf S. 57 bereits über das Gröſsenverhältnis der einzelnen Hefekügelchen gesprochen worden und daselbst mitgeteilt, daſs der Längendurchmesser der ausgewachsenen Hefezellen ungefähr 0,002 bis 0,003 mm oder Millimeter betrage. 1 mm ist aber gleich 0,4588 oder beinahe $^1/_2$ preuſsische Linie. Hiernach kann man sich einen ungefähren Begriff von der Kleinheit der Hefekügelchen machen.

Ob aber die Eigentümlichkeit der Oberhefe, während der Gärung teilweise emporzusteigen[1]) und eine Zeit lang auf der Oberfläche der gärenden Flüssigkeit zu verweilen, von den genannten Vibrionen abhängig ist, oder ob der Grund dieser Erscheinung in der Organisation jener Zellen gesucht werden kann oder am Ende auch in der Vehemenz der Gärungserscheinungen selbst, namentlich in der grofsen Menge von Kohlensäure, welche, indem dieselbe stürmisch entweicht, die leichteren Hefekügelchen mit emporreifst — sind Fragen, deren Beantwortung die Grenzen dieses Lehrbuches überschreiten würden. Wir glauben um so mehr auf weitere derartige Untersuchungen hier verzichten zu müssen, da sie für die Praxis von keiner weiteren Bedeutung sind. —

In der Spiritusfabrikation kommt nur die Obergärung zur Anwendung.

Wenn man die elementare Zusammensetzung des Alkohols und der Kohlensäure, jener beiden Produkte der Gärung, mit der des Zuckers vergleicht, so wird man finden, dafs streng genommen nur eine der früher aufgeführten Zuckerarten imstande sein kann, unmittelbar in Alkohol und Kohlensäure überzugehen, und zwar ist dies der *Fruchtzucker*. Derselbe besteht in 100 Teilen aus 40,00 Kohlenstoff, 6,66 Wasserstoff und 53,34 Sauerstoff. — Dürfen wir voraussetzen, dafs bei der Gärung nur Alkohol und Kohlensäure gebildet werden, so müssen die 6,66 Gewichtsteile Wasserstoff zur Konstituierung des Alkohols allein verbraucht werden, indem die Kohlensäure nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht. Eine einfache Rechnung wird uns leicht unterrichten können, wieviel jene Wasserstoffmenge, unter Hinzuziehung der nötigen Kohlenstoff- und Sauerstoffmenge, an Alkohol geben wird. Wir haben nur nötig, die Zusammensetzung des Alkohols nachzusehen, und wir werden finden, dafs derselbe in 100 Teilen 12,9 oder in ganzer Zahl 13 $^0/_0$ Wasserstoff enthält. Es verhalten sich aber $13 : 100 = 6{,}66 : 51{,}23$.

100 Gewichtsteile jenes Zuckers würden uns sonach direkt 51,23 Teile Alkohol und 48,74 Kohlensäure geben.

Soll die Alkoholmenge auf ein bestimmtes Mafsverhältnis reduziert werden, was überall da von praktischem Interesse sein dürfte, wo der Spiritus gemessen wird, so ist vor allen Dingen nötig, dafs man das Gewicht des gebräuchlichen Mafses an Alkohol kennt. In unserem Staate wiegt das Quart Alkohol 62 Lot. 100 Pfd. Zucker geben 51,23 Pfd. oder in runder Zahl 1638 Lot Alkohol, welche gleich sind 26,41 preufs. Quart Alkohols, denn $\frac{1638}{62} = 26{,}41$. Da wir hier nur reinen oder 100grädigen

[1]) Das spezifische Gewicht der Hefe, gleichviel ob Unter- oder Oberhefe, ist stets gröfser als das des Wassers oder der zur Gärung passenden Zuckerauflösung. Es sinkt sonach die Hefe anfangs sämtlich in dergleichen Flüssigkeiten unter und nur bei der Obergärung steigt ein Teil der Hefe während der Gärung empor.

oder prozentigen Alkohol haben, so sind auch diese 26,41 preufs. Quart = 2641 %.

Verwendet man hingegen Trauben- oder Stärkezucker zur Gärung, so wird bei diesem insofern eine geringere Menge von Alkohol zu erwarten sein, als diese Zuckerart eine gewisse Quantität Kristallwasser enthält. Auf dieselbe Menge von Kohlenstoff kommen hier gröfsere Quantitäten von Wasser- und Sauerstoff; die Zusammensetzung des kristallisierten Traubenzuckers ist in 100 Teilen 36,36 Kohlenstoff, 7,07 Wasserstoff und 56,57 Sauerstoff.

Mit Zugrundelegung obiger Verhältnisse, wie sie nämlich beim Fruchtzucker auseinandergesetzt wurden, würde der Kohlenstoffmenge im kristallisierten Traubenzucker nur 6,05 Wasserstoff entsprechen. Diese Quantität Wasserstoff kann aber nur 46,4 Gewichtsteile Alkohol unter Hinzutritt der nötigen Mengen von Kohlen- und Sauerstoff erzeugen, denn 13 : 100 = 6,05 : 46,54. Berechnet man diese Gewichtsverhältnisse auf preufsische Quart oder auf Volumprozente, so würden 100 Pfd. des trocknen kristallisierten Traubenzuckers 24,02 Quart absoluten Alkohol oder 2402 % geben.

Prüfen wir aber den unkristallisierten Traubenzucker in seinem Verhältnis zur Gärung, so werden wir mit Rücksicht auf dessen Zusammensetzung dasselbe Resultat erwarten müssen, wie wir es beim Fruchtzucker kennen gelernt haben. Eine Vergleichung der Zusammensetzung beider wird dies rechtfertigen.

Was aber den Rohrzucker oder den eigentlichen kristallisierten Zucker anbetrifft, so tritt hier ein ganz anderes Verhältnis auf. Vergleichen wir dessen Zusammensetzung, so haben wir in 100 Teilen 42,10 Kohlenstoff, 6,43 Wasserstoff und 51,47 Sauerstoff. Wir haben hier offenbar weniger Wasserstoff, und wir können hinzufügen, auch weniger Sauerstoff, als die Menge des Kohlenstoffes unter Zutritt der nötigen Mengen beider gebrauchen mufs, um Alkohol und Kohlensäure bilden zu können. Da aber während der Gärung der Kohlenstoff des Zuckers nur in Form von Alkohol und Kohlensäure austreten kann, so müssen hier noch Wasserstoff und Sauerstoff hinzutreten, was in Form von Wasser geschieht. Der Rohrzucker mufs demnach mehr an Alkohol liefern, als es einmal bei dem kristallisierten Traubenzucker der Fall ist und auch selbst bei dem unkristallisierten und dem Fruchtzucker der Fall sein kann. Die Wasserstoffmenge würde hier mit Rücksicht auf die früheren Verhältnisse 7,00 betragen müssen, während sie in den beiden letzteren Zuckerarten 6,66 beträgt, in denen aber auch nur 40,00 Kohlenstoff vorhanden sind.

Sonach haben wir von 100 Pfd. Rohrzucker, indem derselbe eine gewisse Quantität des Wasser- und des Sauerstoffes in Form von Wasser aufnimmt, um vollständig in Alkohol und Wasser zerfallen zu können,

53,84 Pfd. Alkohol zu erwarten. Dies würde, auf preufsische Quart berechnet, 27,79 oder 2779 % betragen.

Hieraus geht hervor, dafs der Rohrzucker nicht als eine direkt gärungsfähige Zuckerart betrachtet werden kann. Derselbe mufs sich vielmehr in jene Zuckerarten, welche ihrer Zusammensetzung nach als die direkt gärungsfähigen betrachtet werden müssen, wohin der Fruchtzucker und der Traubenzucker ohne Kristallwasser gehören, zuvor umändern.

In der Tat beobachtet man auch, wenn Rohrzucker mit Hefe versetzt wird, dafs derselbe, noch ehe die Gärung eintritt, seine Eigenschaften als Rohrzucker verloren hat und in eine unkristallisierbare, das Kupferoxydhydrat reduzierende Zuckerart umgeändert worden ist.

Diese Umänderung geht zweifelsohne von der Hefe aus, und es ist mehr als wahrscheinlich, dafs diese Wirkung derselben auch auf andere Weise als in unmittelbarstem Kontakt erfolgt. Wenigstens spricht folgender Versuch dafür:

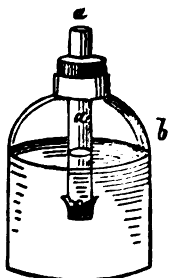


Fig. 11.

Wenn in ein mit Papier verschlossenes Glasrohr a (Fig. 11) etwas Hefe gebracht wird und dasselbe in einem andern Gefäfse b so aufgehangen wird, wie es aus der Zeichnung ersichtlich ist, und es befindet sich in dem Gefäfse b eine Rohrzuckerlösung, so wird man finden, wie in kurzer Zeit jene Veränderung des Rohrzuckers erfolgt ist, ohne dafs Hefekügelchen zu demselben gelangen konnten, indem die Poren des Papiers denselben keinen Durchgang gestatten. Wohl aber kann jede Flüssigkeit von seiten der Hefe hindurchdringen, sowie auch anderseits die Zuckerlösung zu den Hefekügelchen gelangen kann.

Auf diese osmotische Weise, welche hier unbedingt erfolgen mufs, indem im Innern des Zylinders fortwährend Gärung stattfindet, liefse sich allerdings auch diese Wirkung der Hefe durch unmittelbaren Kontakt erklären.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die Veränderungen, welche die verschiedenen Zuckerarten während der Gärung erleiden, durch atomistische Formeln, so werden wir uns folgende Übersicht verschaffen können:

2 Atome Alkohol $= 2 \times (4C\,12H\,2O)$ und 2 Atome Kohlensäure $= 4C + O_2$ sind $= 12C\,24H\,12O$. Letztere sind aber die Atome eines Atoms Fruchtzuckers oder Traubenzuckers ohne Kristallwasser.

Der kristallisierte Traubenzucker, welcher aus $12C\,28H\,14O$ besteht, gibt während der Gärung sein Kristallisationswasser $= 4H + 2O$ oder 2 Atome Wasser ab. Der Rohrzucker hingegen, aus $12C\,22H$ und $11O$ bestehend, nimmt noch 1 Atom Wasser $= 2H + O$ auf und geht dadurch in die Zusammensetzung des Fruchtzuckers über. Denn aus $12C\,22H$ und $11O + 2H$ und $O$ werden $12C\,24H$ und $12O$.

Um uns eine Vorstellung von der Menge der Kohlensäure zu machen, welche während der Gärung gebildet wird, ist aufser der Kenntnis der Gewichtsverhältnisse auch die Kenntnis der Volum- oder Mafsverhältnisse erforderlich, indem dieses Produkt der Gärung nur im gas- oder luftförmigen Zustande vorhanden ist. 1 Kubikfufs Kohlensäure wiegt bei einer Temperatur von $12^1/_2{}^0$ R. ungefähr in runder Zahl $3^1/_2$ Lot. 100 Pfd. Zucker geben aber 49 Pfd. Kohlensäure. Diese entsprechen 448 Kubikfufs. Da bei der Obergärung in den meisten Fällen die Temperatur der gärenden Flüssigkeit höher ist als $12^1/_2{}^0$ R., so können wir annehmen, dafs das Volumen der gebildeten Kohlensäure ein noch weit gröfseres ist.

Man hat verschiedene Versuche gemacht, um die grofsen Quantitäten von Kohlensäure, welche während der Gärung erzeugt werden, auf irgend eine Weise zu benutzen. Allein, ganz abgesehen davon, dafs die technische Anwendung der Kohlensäure eine sehr beschränkte ist, so machen auch aufserdem die Vorrichtungen, welche dazu erforderlich sind, so viel Kosten und Umstände, dafs man von einer Benutzung der bei der Gärung erzeugten Kohlensäure längst zurückgekommen ist.

Man ist daher gegenwärtig immer noch genötigt, bei der Erzeugung des Spiritus die Hälfte des angewendeten Materials, nämlich des Zuckers, in die Luft gehen zu lassen.

Da die Kohlensäure, wie schon früher bemerkt wurde, eine direkt tödliche Luftart ist, so hat man sich vor dem Einatmen derselben zu hüten. Gärungsräume, in denen grofse Quantitäten Maische usw. gären, müssen immer mit grofser Vorsicht betreten werden, namentlich wenn dieselben längere Zeit verschlossen waren. Das beste Mittel, um sich vor der Gegenwart gröfserer, dem Leben Gefahr bringender Mengen von Kohlensäure zu überzeugen, ist, wenn man ein brennendes Licht voranhält. Verlöscht dieses, so darf ein solcher Raum nicht eher betreten werden, bevor durch Öffnen der Türen und Fenster der gröfste Teil der Kohlensäure entfernt, überhaupt die Atmosphäre des Gärungsraumes mit atmosphärischer Luft gehörig vermischt worden ist, was beim Öffnen der Türen und Fenster sehr bald erfolgt.

Bis jetzt sind wir von dem Gesichtspunkte ausgegangen, dafs während der Gärung nur *Alkohol* und *Kohlensäure* aus dem Zucker gebildet werden. Die theoretischen Betrachtungen haben uns auch gezeigt, dafs die Elemente dieser beiden Gärungsprodukte in den Elementen der direkt gärungsfähigen Zuckerart genau aufgehen. Indessen sieht man wohl nie eine Gärung ohne jegliches Nebenprodukt verlaufen. Wie wir auch operieren mögen, selbst in dem Falle, wo wir die reinsten Materialien anwenden, bildet sich stets neben Alkohol und Kohlensäure ein drittes Produkt, dessen Menge aufserordentlich variiert und oft äufserst gering ist. Dasselbe ist ebenfalls eine Säure, jedoch fixer Natur, und besteht aus denselben

Elementen wie der Zucker. Wir bezeichnen dieses Nebenprodukt der alkoholischen Gärung mit dem Namen *Milchsäure*.

Die Milchsäure ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, schmeckt angenehm säuerlich und stimmt in ihrer Zusammensetzung mit dem Fruchtzucker überein, so dafs sie als eine isomere Verbindung desselben betrachtet werden kann. Die Bildung der Milchsäure mufs daher noch leichter erfolgen können als die des Alkohols und der Kohlensäure. Es bedarf hierzu nicht erst einer organisierten stickstoffhaltigen Substanz, wie der Hefe, sondern es reicht schon einfach die Gegenwart jener organischen, stickstoffhaltigen Verbindungen aus, welche wir als Bildungsmaterialien für die Hefe kennen gelernt haben. Je mehr dergleichen Substanzen in einer gärenden Flüssigkeit vorhanden sind, je kraftloser die Hefe ist, je mehr bildet sich auf Kosten des Zuckers Milchsäure.

Unter gewissen Verhältnissen hat aufserdem auch die Temperatur einen Einflufs auf die Erzeugung der Milchsäure, so dafs dieselbe im allgemeinen bei niederer Temperatur vermindert, bei höherer Temperatur hingegen vermehrt wird. Doch darf im letzteren Falle die Temperatur nicht viel über 30° R. betragen.

Wie wir früher gesehen haben, wird während der Gärung neue Hefe gebildet. Wenn es gleichwohl schwer halten möchte, in dem Falle einen direkten Beweis hierfür zu liefern, wo wir eine reine Zuckerlösung mit ganz reiner Hefe der Gärung unterwerfen, so ändert sich dies, sobald neben dem Zucker und der Hefe jene stickstoffhaltigen Substanzen vorhanden sind, aus denen sich Hefe bilden kann. In diesem Falle sehen wir eine absolute Vermehrung der Hefe, und es ist eine allgemein bestimmte Tatsache, dafs man bei einer gärenden Maische eine ungleich gröfsere Menge von Hefe gewinnt, als diejenige beträgt, welche der Maische vor der Gärung hinzugesetzt wurde. Wenn aber die stickstoffhaltige Substanz zum gröfsten Teile im Wasser unlöslich ist, wie dies mit dem Kleber, als dem wesentlichen stickstoffhaltigen Bestandteil unserer Getreidearten, der Fall ist, so kann dieselbe nicht eher in Hefe umgeändert oder zur Bildung der Hefe verwendet werden, bevor jene aufgelöst ist. Die Auflöslichkeit des Klebers wird aber insbesondere durch die Milchsäure befördert, und es ist wahrscheinlich, dafs in diesen Fällen, je nach Bedürfnis, die Hefe selbst die Milchsäurebildung bis zu einem gewissen Grade veranlafst.

Dafs wir bei der Bereitung der Kunsthefe die Milchsäurebildung in einer süfsen Maische jenes Zweckes willen geflissentlich herbeiführen, wird später erwähnt werden.

Es ist sonach unverkennbar, dafs die Gegenwart der Milchsäure in einer gärenden Flüssigkeit nicht ganz ohne Bedeutung für die Gärung selbst ist, namentlich in dem Falle, wo es sich um eine absolute Ver-

mehrung der Hefe selbst handelt, damit der Zucker vollständig und in möglichst kurzer Zeit in Alkohol und Kohlensäure zerfalle. Dieser Fall tritt aber stets in der Praxis, d. h. in der Spiritusfabrikation im grofsen ein, und hier ist die Milchsäure bis zu einer gewissen Grenze ein wertvolles Nebenprodukt, zu dessen Erzeugung ein Teil des Zuckers geopfert werden mufs. —

Eine andere Säure, die wir ebenfalls oft neben der Milchsäure während der Gärung sich erzeugen sehen, ist die *Essigsäure*. Dieselbe gehört ebenfalls mit Rücksicht auf ihre Zusammensetzung zu der Gruppe der Kohlehydrate, und sonach bedarf es eigentlich zu ihrer Entstehung eines einfachen Metaschematismus der Elemente des Zuckers, ähnlich wie wir es bei der Entstehung der Milchsäure kennen gelernt haben. Indessen scheint die Essigsäure nicht auf diese Weise gebildet zu werden, sondern es mufs derselben die Bildung des Alkohols vorausgehen. Durch die Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft auf den Alkohol entsteht Essigsäure und um so schneller, je verdünnter die alkoholische Flüssigkeit ist, je mehr Berührungspunkte mit der atmosphärischen Luft dargeboten werden und je mehr stickstoffhaltige organische Massen, wohin vor allem die Hefe gehört, zugegen sind.

Auch hat die Temperatur einen gewissen Einflufs auf die Bildung der Essigsäure, insofern unter Berücksichtigung obiger Verhältnisse die Bildung derselben um so schneller stattfindet, je mehr sich die Temperatur zwischen 25° und 30° R. bewegt.

Findet daher die Bildung der Essigsäure in keiner anderen Weise als in der eben beschriebenen statt, so können wir dieselbe nicht wohl als ein Nebenprodukt der alkoholischen Gärung betrachten. Sie ist vielmehr sekundär und entsteht auf Kosten des Alkohols. Indem man die Entstehung der Essigsäure gleichsam als eine Fortsetzung der alkoholischen Gärung ansieht, spricht man von einer *sauren Gärung*.

Ob die Bildung der Essigsäure ebenso unter Mitwirkung gewisser organischer Wesen, wie dies bei der Alkoholerzeugung der Fall ist, stattfindet, ist noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen, obschon man ähnliche, wenngleich in der äufseren Gestalt verschiedene pflanzliche Gebilde mit der Essigsäure zugleich in einer gegornen sauren Flüssigkeit entstehen sieht.

Wie dem aber auch sein möge, die Bildung der Essigsäure ist in der Spiritusfabrikation unter allen Umständen als ein Übelstand zu betrachten, dessen Entstehung auf alle mögliche Weise bekämpft werden mufs. Und wir haben hierzu um so mehr Veranlassung, als zweifelsohne die Essigsäure selbst die Umänderung des Alkohols in dieselbe wesentlich befördert. —

Im übrigen unterscheidet sich die Essigsäure von der Milchsäure durch ihre Flüchtigkeit. Man kann daher die erstere durch den Geruch

wahrnehmen, das einzige Mittel, welches man in der Praxis zu benutzen pflegt, wenn es sich um die Untersuchung der Essigsäure dreht.

Wir haben früher darauf aufmerksam gemacht, dafs in allen gewöhnlichen weingeistigen oder alkoholischen Flüssigkeiten, wie sie durch die Destillation gewonnen werden, neben dem Weingeist oder Alkohol auch Fuselöl oder Fuselalkohol angetroffen werde. Ohne uns gegenwärtig auf eine weitere Untersuchung einzulassen, ob wir dasselbe als ein Nebenprodukt der Gärung anzusehen haben, können wir doch nicht umhin, das Fuselöl in unsern Verhältnissen als solches gelten zu lassen, wobei wir freilich zunächst die Frage zu beantworten hätten, auf wessen Kosten, ob dasselbe vor allem auf Kosten des Zuckers oder wohl gar auf Kosten des Alkohols oder der übrigen Bestandteile der gärenden Maische gebildet werde.

Im ganzen können wir die Entstehung dieses Nebenproduktes als gering betrachten, was um so wichtiger ist, da wir die Entstehung desselben unter den gewöhnlichen Verhältnissen durchaus nicht in unserer Gewalt haben.

Ähnliches gilt auch von einigen anderen Nebenbestandteilen des gewöhnlichen Alkohols, wie wir dieselben unter dem Namen *zusammengesetzte Ätherarten* früher bereits kennen gelernt haben.

## Schlufsbetrachtung.

*Aus diesen Trommerschen Ausführungen ergibt sich, dafs die deutschen Technologen die vitalistische Anschauung über das Wesen der Gärung, die Erkenntnis, dafs die Gärung an das Leben und Wirken einer Pflanze gebunden ist, dafs diese Hefe in passender Weise ernährt werden mufs, vollständig in sich aufgenommen und angewendet hatten, bevor Pasteurs berühmte erste Versuche zur Veröffentlichung gelangt sind.*

Nicht nur das: wenn wir die Versuche Kützings mit der Erörterung Trommers über die Essiggärung zusammenhalten, steht ferner fest, dafs auch die Erkenntnis, dafs verschiedene Gärungen in dem Wirken verschiedener Pilze ihre Ursache haben, ebenfalls vor Pasteur errungen war.

Wie ist es nun zu erklären, dafs diese Tatsachen den Vertretern der reinen Chemie unbekannt geblieben sind, dafs bis auf den heutigen Tag von deutschen Gelehrten mit einer gewissen Leidenschaft die verkehrte Anschauung über die Stellung Pasteurs in der Wissenschaft, im besonderen in der Technologie festgehalten wird?

Einer der „Grofsen“ jener Zeit, kein geringerer als Liebig lag im Felde gegen die vitalistische Theorie, und dafs dieser „Grofse“ dem

jungen Franzosen weichen mufste, das ist das Ereignis, welches sich tief eingegraben hat und bis auf unsere Tage in seiner Wirkung sich erstreckt hat.

Unserem Verständnis näher bringt diese Anschauungen das neuerdings ausgegebene Heft: „Das Gärungsproblem von Prof. Felix B. Ahrens, Breslau. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke, 1902.“

Diese Arbeit bietet uns eine vortreffliche Quellenstudie und ist besonders deshalb wertvoll, weil sie in der gleichen Weise wie Ingenkamp den Wortlaut der in der geschichtlichen Entwickelung entscheidenden Stellen, zum Teil in der Ursprache, gibt.

Ahrens sagt S. 452 seiner Untersuchung:

„In der Tat! Schwann schildert die tatsächlichen Verhältnisse in ganz ausgezeichneter Weise. Er erkennt ganz richtig, dafs zum Zustandekommen der alkoholischen Gärung die Anwesenheit eigentümlicher Pilze notwendig ist, die zu ihrem Leben einer stickstoffhaltigen Nährsubstanz und Zucker bedürfen, den sie in Alkohol und Kohlensäure zerlegen, wobei sie sich gleichzeitig stark vermehren; er erkennt ferner, dafs solche Pilze in der Luft enthalten sind, und dafs durch Erhitzen sterilisierte Luft trotz ihres Sauerstoffgehaltes keine Gärungserscheinungen auszulösen vermag. Der Vorgang der Gärung selbst ist für Schwann ein physiologischer Prozefs — kurz, man erkennt scharf die Umrisse des Lehrgebäudes, welches später von Pasteur ausgebaut worden ist.

In ganz ähnlicher Weise wie Schwann hatte sich nach eigenen Beobachtungen auch Turpin über die Ursache der Gärung ausgesprochen.

Die Darlegungen Cagniard-Latours und Schwanns, nach denen die geistige Gärung ein durch lebende Pilze hervorgebrachter Prozefs war, fanden bei den Chemikern den entschiedensten Widerspruch. Die bedeutendsten derselben hatten für jene Männer, ohne deren Beobachtungen überhaupt einer Nachprüfung für wert zu halten, nur grobe Abfertigungen oder Hohn, Spott und beifsende Satire übrig — man könnte darüber allein ein interessantes und recht amüsantes Bändchen schreiben. Man begreift diese Abneigung der Chemiker gegen die Erklärung der Gärung als eines physiologischen Zustandes, wenn man sich vergegenwärtigt, dafs damals eben erst der schwere Kampf für die Einheit der Gesetze in der organischen und anorganischen Welt gekämpft war, dafs man eben erst die mittelalterlichen Geister, die in den Lebewesen regieren sollten, gebannt, dafs eben erst der Spiritus rector des Lebens, die Lebenskraft, als entbehrlich für das Zustandekommen der „organischen“ Reaktionen proklamiert worden war; man hatte froh das Morgenrot eines neuen Tages begrüfst, man hatte der neuen Zeit entgegengejauchzt, in der die Bahn frei war für die Entwickelung der Wissenschaft — da sollte nun ein altbekannter, lange

geübter, scheinbar gut gekannter Prozefs, die alkoholische Gärung, den schwer errungenen Sieg wieder in Frage stellen, sollte die Geister zurückrufen, die man eben erst los geworden war!? Das durfte unter keinen Umständen sein!

So versteht man die Kritik von Berzelius,[1]) der zu Schwanns Schilderung des mikroskopischen Hefebildes schreibt: „Aus demselben Grunde sollte man auch schliefsen können, dafs alle nicht kristallinischen Niederschläge von Tonerde, Knochenerde, kohlensaurer Kalkerde und die unendliche Menge von unorganischen Stoffen, die aus Kügelchen zusammengruppierte Fäden bilden, die teils gerade, teils in einen Ring gebogen, teils auf verschiedene Weise zusammengelegte Streifen sind, Fadenpilze wären. Eine *solche Leichtfertigkeit in den Schlüssen* ist schon seit lange aus den Naturwissenschaften verbannt worden."

Über die Versuche mit den beiden Flaschenpaaren, in denen die Gärung eintrat oder ausblieb, je nachdem die hineingebrachte Luft unerhitzt oder erhitzt verwendet worden war, meint Berzelius: *„Diese Untersuchung hat keinen Wert* für die Hypothese, zu deren Beweis sie angestellt worden ist: 1. weil die Wirkung der Hefe bei + 100° zerstört wird, aber ungleich schnell unter noch nicht ausgemittelten Umständen, und 2. vorausgesetzt, dafs + 100° sie nicht zerstört, so ist nach der Theorie, die bewiesen werden soll, die Pflanze übrig mit Samen und allem, und es ist kein Grund vorhanden, weshalb eine unbemerkbare Zugabe von den letzteren aus der Luft die Weingärung in dem einen Flaschenpaare bewirken sollte, während sie in dem anderen nicht erfolgt. Die richtige Erklärung scheint mir die zu sein, dafs, wenn die katalytische Kraft der Hefe durch die Hitze des Wasserbades zerstört worden ist, die Gärung ausbleibt, welche Art von Luft auch zugelassen wird. Auch erkennt Schwann an, dafs er bei einem anderen Versuch ein damit übereinstimmendes Resultat erhalten habe; aber er sah als Hauptversuch den an, welcher die vorgefafste Theorie bewies."

Diese Kritik fordert die Kritik heraus; hatte Schwann doch des langen erörtert und durch Versuche sichergestellt, dafs frischer (steriler) Weinmost aus der Luft die Pilzkeime empfängt, die ihn in Gärung versetzen.

Wie höhnisch klingt die Bemerkung von Berzelius über die Arbeit von Cagniard-Latour:[2]) „Ähnliche Versuche mit ganz gleichen Schlufsfolgerungen in Rücksicht auf die Natur der Hefe sind von Cagniard-Latour angestellt worden. Dieser hat sich ferner überzeugt, dafs die

[1]) Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften 18 (1830) S. 400.

[2]) Berzelius, Jahresbericht von 1839, 18, S. 402.

Kraft der Hefe nicht durch Kälte zerstört wird, selbst nicht durch die, welche bei der Verdunstung der festen Kohlensäure entsteht."

Bezeichnend für den herrschenden Geist ist auch folgende Auslassung von Berzelius:[1]) „Kützing hat mit der Hefe, der Essigmutter und den Schimmelbildungen in einer Menge von Flüssigkeiten, die sowohl anorganische wie organische Stoffe enthalten, einerlei Untersuchung angestellt. Er hat abgezeichnet, was er gesehen hat, die Veränderungen der Hefe von Anfang an bis zum anfangenden Schimmeln verfolgt und diese Veränderungen als einen fortlaufenden Vegetationsprozeſs betrachtet." „Es versteht sich von selbst", sagt er, „daſs die Chemie nun die Hefe aus ihren chemischen Verbindungen ausstreichen muſs, weil es keine chemische Verbindung ist, sondern ein organischer Körper, ein Organismus."

„Ich halte die bloſse Hinweisung auf Kützings Arbeit für hinreichend, sie mag als mikroskopische Forschung über verschiedene niedere vegetabilische Bildungen ihre Verdienste haben, und ich übergehe seine Philosophie über Organisches und Unorganisches, die philosophischen Ansichten angehört, welche schon längst aufgehört haben, auf die gründlichere Bearbeitung der Naturwissenschaften einen schädlichen Einfluſs auszuüben."

Ahrens gibt uns den Schlüssel der merkwürdigen Entwickelung — die junge, auf ihre erfolgreiche Ausschaltung des Lebensprozesses stolze Chemie ist es, die sich gegen die vitalistische Anschauung aufbäumt.

Es ist also ein häuslicher Streit zwischen den Chemikern, ein Streit, der für den Technologen jener Zeit schon gegenstandslos war.

Aber die Geschichte der Wissenschaft wandelt oft wunderbare Wege, und in dem Augenblick, wo ich diese Zeilen niederschreibe, liegt Buchners neueste Arbeit vor mir, die nun nachweist, daſs schlieſslich Physiologie und Chemie auf allen Linien ihre Aussöhnung gefunden haben.

Liebig hatte recht, daſs man, und wenn man zehnmal mit dem Mikroskop die Hefe oder den Essigpilz als Ursache einer Gärung verfolgt, damit auch nicht einen Schritt vorwärts gekommen ist in der Erkenntnis des Chemismus der Gärung; denn mit Recht meint er, daſs man „Gründe" auch mit dem schärfsten Mikroskop nicht sehen kann.

Es blieb also trotz Anerkennung der vitalistischen Theorie der Gärung immer noch die Frage offen, mit welchen Hilfsmitteln die Hefe ihre chemische Arbeit vollzieht; denn in dem Erkennen, daſs es der Stoffumsatz des lebenden Organismus ist, war man nur der Entscheidung der Frage ausgewichen.

Buchner wies nach, daſs die Hefe mittels des Enzymes Zymase die Umwandlung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure vollzieht; er hat nun

---

[1]) Berzelius, Jahresbericht von 1839, 18, S. 402.

neuerdings gezeigt, dafs es nicht anders steht mit der Milchsäurebildung durch den Milchsäurepilz, nicht anders mit der Essiggärung.

Nach Abtötung der Milchsäurepilze und Essigpilze ist es ihm gelungen, mit diesen toten Organismen Zucker in Milchsäure, Alkohol in Essigsäure umzuwandeln — und damit ist die Richtigkeit der Enzymtheorie auch für diese beiden Gärungen nachgewiesen und damit ist die Gärung auf allen Gebieten wiederum den chemischen Prozessen zugewiesen.

Wir stecken tief im Jahrhundert der Enzymforschung —, sie ist bestimmt, nicht nur für Pflanzenzucht und alles organisierte Wesen die Grundursache aufzudecken, sie führt in die geheimnisvollen Gebiete von Leben und Sterben — vom Sterben nach ewigen Gesetzen der Selbstauflösung, aber auch vom Kampf des Lebendigen, das sich durch die Kampfenzyme wehrt gegen den Erzfeind, die Infektionspilze.

---

## VI.

Die im folgenden mitgeteilte Abhandlung ist im Jahre 1885 von Herrn Dr. med. Cosmas Ingenkamp, damals Assistent der medizinischen Universitäts-Klinik in Bonn, z. Z. Arzt in Cochem an der Mosel, als Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der medizinischen Fakultät der Universität Bonn verfafst; sie ist längst vergriffen, verdient aber wegen ihrer Gediegenheit und des grofsen Interesses, welches sich an ihren Inhalt knüpft, eine neue Auflage. Die Arbeit ist auch veröffentlicht in der Zeitschrift für klinische Medizin Bd. X, Heft 1 u. 2. Der hier folgende Neudruck geschieht mit Erlaubnis des Herrn Verfassers der Arbeit und des Verlags genannter Zeitschrift.

---

# Die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis von Fäulnis und Gärung.

Von

**Dr. Cosmas Ingenkamp.**

---

Auf dem Gebiete der Infektionskrankheiten, sowohl in der innern Medizin wie in der Chirurgie, erfreuen wir uns heute einer Reihe von Kenntnissen, von welchen vor beiläufig 50 Jahren noch nichts existierte.

Wir wissen im allgemeinen, dafs alles, was wir ansteckende oder infektiöse Erkrankung nennen, auf dem Vorhandensein niederster Organismen beruhen mufs, wenn wir auch die einzelnen spezifischen Organismen noch nicht als solche erforscht sehen. Wir wissen im besonderen, wenn auch nur bei einer verhältnismäfsig kleinen Zahl von Erkrankungen, welches die niederen Organismen sind; wir verstehen, sie zu isolieren und an Tieren den Beweis ihrer spezifischen Giftigkeit zu erbringen.

Daran haben sich bereits praktische Erfolge geknüpft. Ich erinnere nur an die grofsartigen Fortschritte, welche Joseph Lister auf Grund eben jener Kenntnisse in der Chirurgie machte. Ähnliches steht zu hoffen seitens der Entdeckung von Robert Koch über Tuberkulose und Cholera

asiatica. Seitdem man weifs, dafs letztere Erkrankung von einem niedersten Pilze abhängig ist, der im Darme nistet, hat die Prophylaxis einen festen Boden gefunden, während sie früher empirisch roh sich umherbewegte. Die Tatsache, dafs der Cholerapilz gegen eine Spur von Säure äufserst empfindlich ist, wurde bereits von Arnaldo Cantani in Neapel zu wirksamen therapeutischen Mafsregeln benutzt. Und die Angaben Louis Pasteurs über eine vorbauende Impfung des Hundswutgiftes werden sich hoffentlich bestätigen.

Wie bedeutend ist der Abstand von jener nur kurz hinter uns liegenden Zeit, wo der Gynäkologe Ignaz Philipp Semmelweifs (1818 bis 1865) unter dem Hohn und dem Widerspruch der Zeitgenossen auf Grund seiner Beobachtungen behauptete, die Ursache der bösartigen Kindbettfieber liege nicht in der Luft oder in dem alten phrasenhaften Genius epidemicus, sondern es sei ein bestimmtes fauliges Gift, welches von Ärzten, Klinizisten und Hebammen auf die wunden Genitalien direkt übertragen werde.[1]) Der unverständige Widerspruch, welcher den armen Semmelweifs ins Unglück trieb, ist verschwunden, und kein wissenschaftlich gebildeter Arzt zweifelt heute mehr daran, dafs Semmelweifs recht hatte. Die Folge davon ist eine Abnahme der tödlichen Kindbettfieber, wie sie niemand vorher sich hätte träumen lassen.

So verlohnt es sich denn wohl der Mühe, besonders „bei der heutzutage so gewöhnlichen Unkenntnis historischer Verhältnisse“,[2]) durch einen Rückblick in die Geschichte dieser Dinge und Erscheinungen klar zu stellen, woher und wie das alles erwachsen ist, was wir heute als so

---

[1]) Man hat vielfach behauptet, in England sei das, was Semmelweifs gelehrt habe, schon längst bekannt gewesen; entstanden sei unsere heutige Ansicht und Erklärung der Ätiologie des Puerperalfiebers auf englischem und nur weiter ausgebildet auf deutschem Boden. — Ohne auf das Nähere dieser geschichtlichen Frage einzugehen, will ich dem nur folgendes entgegenhalten: „Ich glaube“, sagt Hegar (Leben und Lehre des J. Ph. Semmelweifs, Freiburg 1882, S. 49), „wer . . . auch das, was früher über das Verhältnis der spezifisch infektiösen Krankheiten zur Febris puerperalis und die Kontagiosität letzterer Affektion in England produziert worden ist, kennt, wird die einfache und klare Doktrin von Semmelweifs nicht mit diesen zerfahrenen Anschauungen verwechseln.“ Schroeder in seinem bekannten „Lehrbuch der Geburtshilfe, 8. Aufl., 1884, Bonn“, auf S. 745: „Semmelweifs, der überall da, wo von den Wohltätern des Menschengeschlechts die Rede ist, mit in erster Reihe genannt zu werden verdient, trat zuerst im Jahre 1847 mit der . . . Behauptung auf, dafs das Puerperalfieber auf der Infektion mit Leichengift beruhe, erweiterte aber seine Ansicht selbständig so weit, dafs man die jetzt herrschende Anschauung im wesentlichen als sein Eigentum und sein Verdienst betrachten mufs.“

[2]) Alfred Hegar, Ign. Phil. Semmelweifs. Sein Leben und seine Lehre. Freiburg i. B. und Tübingen 1882. S. 6.

fruchtbringend, aber gleichsam selbstverständlich in unseren Händen gewahren.

Fäulnis und Gärung sind die Grundlage der Infektionskrankheiten; Fäulnis und Gärung werden von den niedersten Organismen erregt.

Bevor ich mich an den genaueren Verfolg der in Betracht kommenden Arbeiten begebe, will ich eine ***kurze Darlegung und Übersicht des heutigen Standpunktes unserer Kenntnis von Fäulnis und Gärung überhaupt*** vorausschicken. —

## Fäulnis

(Putredo, Putrefactio, Putrescenz) nennen wir diejenige Zersetzung, welche stickstoffhaltige tierische oder pflanzliche Stoffe bei Gegenwart von Wasser infolge der Wirkung eines sogen. Fäulniserregers erleiden. Dieser Zersetzungsprozefs, welcher, an irgend einem Teilchen der organischen Materie eingeleitet, sich ohne weiteres Zutun der anfänglichen Ursache durch die ganze Masse stetig fortpflanzt, sobald nur die Erfordernisse erfüllt bleiben, unter denen überhaupt die Fäulnis möglich ist, erfolgt unter denselben Bedingungen, wie die analoge Zersetzung stickstofffreier organischer Körper, welche man Gärung nennt. Fäulnis und Gärung sind also aus denselben Verhältnissen zu erklären; man hat deshalb die Fäulnis auch „faulige Gärung“ oder „Fäulnisgärung“ genannt.

Diese Bedingungen, unter denen Fäulnis und Gärung erfolgen, sind: 1. eine gewisse mittlere Temperatur, welche zwischen $+5^0$ und $+50^0$ schwankt. Bei Temperaturen aufserhalb dieser Grenzen nimmt die Fäulnis nicht mehr ihren normalen Fortgang und Siedehitze oder Frostkälte heben dieselbe ganz auf. 2. Gegenwart von Wasser. 3. Zutritt der atmosphärischen Luft.

Als Fäulniserreger betrachtet man gegenwärtig meist die in der Luft überall vorhandenen mikroskopischen Keime oder Sporen gewisser niederen vegetabilischen oder animalischen Organismen (Mikrokokken, Bakterien usw.), welche hier dieselbe Rolle (der fäulniserregenden Wirkungen) spielen, wie ähnliche Organismen bei den fermentativen Prozessen der Gärung. An den Lebensprozefs und das Absterben dieser Wesen ist die Fäulnis geknüpft. Die einzelnen Arten der Fäulnis und selbst die einzelnen fäulnisfähigen Stoffe haben ihre eigenen Fäulniserreger. Dieselben gehören den Pilzen (Fungi, Mycetes), aber sehr verschiedenen Abteilungen derselben an. Die gewöhnlichen Fäulnisbakterien sind ihrer äufseren Form nach sehr einfache und aufserordentlich kleine lebende Wesen, farblose, einzellige oder aus wenigen Zellen zusammengesetzte Organismen — wohl die minutiöseste Pilzform überhaupt, — teils fadenförmig, wie Bacillus subtilis, Bacillus Anthracis und Vibrio, teils schraubenförmig, wie Spirochaete plicatilis, Spirillum volutans (Cohn) und Spirillum tenue. Chr. G. Ehrenberg,

höchst verdient um die Kenntnis „des kleinsten Lebens“, hielt sie anfangs (1830) als Vibriones, deutsch: Zitterlinge, für Infusorien;[1]) durch Ferd. Cohn, dem die Wissenschaft das gröfste Verdienst um die Bakterienkenntnis zuspricht, sind sie aber jetzt als pflanzliche Gebilde erkannt und werden zu den Schizomyceten oder Spaltpilzen gerechnet. C. v. Naegeli[2]) stellt sich auf den Standpunkt, wonach er bezüglich der Morphologie und Entwicklung dieser Pilze die einzelnen Formen, wie Mikrokokkus, Bakterium, Vibrio, Spirillum usw., nicht, wie Cohn, für selbständige Formen ansieht, sondern sie als untereinander in generischen Beziehungen stehend betrachtet. Da die Bakterien stets da auftreten, wo Fäulnisprozesse stattfinden, so hat man sie auch Saprogene (d. i. Fäulniserreger, von *σαπρός*, faul, und *γεννάω*, erzeuge) genannt. Während Hefepilze die Erreger der Alkoholgärung sind und Zucker zersetzen, sind die Bakterien die Erreger der Fäulnis und zersetzen, wie gesagt, stickstoffhaltige Materien. Sämtliche Bakterien können im Zustande der Bewegung und der Ruhe vorkommen, ohne dafs letztere ein Beweis des Abgestorbenseins wäre. Sie bedürfen zu ihrer Entwicklung der Luft und des Wassers, sowie passender Nahrung; sie sind auch für Gifte und Säuren empfindlich. Solange die Fäulnis im Gange ist, vermehren sich diese Pilze vermöge ihrer Teilung (Spaltung) in Tochterzellen aufserordentlich; wenn aber die fäulnisfähigen Stoffe von den Bakterien aufgezehrt sind und damit die Fäulnis ihr Ende erreicht hat, so sterben diese Organismen teils ab, teils gehen sie in einen Ruhezustand über.

Es ist durch zahlreiche Versuche, worauf ich nachher im einzelnen zurückkommen werde, nachgewiesen worden, dafs vor den Bakterien geschützte stickstoffhaltige Substanzen nicht in Fäulnis übergehen. Filtrirt man z. B. die Luft durch Baumwolle, wie es zuerst Schroeder und v. Dusch und nach ihnen Cohn und andere Forscher taten, so werden die organischen Keime zurückgehalten und es tritt dann keine Fäulnis ein. Die Keime der Fäulnisbakterien sind nur unter gewissen Umständen in der Luft zu finden; ihre Übertragung geschieht hauptsächlich durch Wasser, sowie durch organische Körperoberflächen. Es ist zwar noch nicht ermittelt, wie das Vorkommen verschiedener Fäulniserreger auf den verschiedenen Substraten mit ihren Nahrungsbedürfnissen und mit den besonderen hierbei stattfindenden Fäulnisprozessen zusammenhängt; auch ist noch keineswegs genügend ermittelt, auf welche Weise durch diese Wesen die Fäulnis erregt wird: die unmittelbare Ursache dieses Vorganges kennt

[1]) 1838 bildete er dieselben zum ersten Male ab in seinem Werke: „Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen“. Leipzig 1838.

[2]) Naegeli, „Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege“. München 1877. S. 3, 20, 22.

man noch nicht. Jedenfalls ist die lebende Zelle als solche nicht als den eigentlichen Fermenten, d. h. Substanzen, welche eine andere chemisch umsetzen, ohne sich selbst dabei zu beteiligen, gleichwertig zu betrachten. Nach Naegeli geschehen die Zersetzungsprozesse „unmittelbar durch die Vegetation der niederen Pilze, welche auf die in der nächsten Umgebung befindlichen löslichen Stoffe einwirkt. — Man kann Zersetzung und Pilz räumlich nicht trennen; jene hört immer auf, wenn man diesen entfernt“.[1]) Sicher allein ist, dafs die Fäulniserreger ihre Nahrung und das zu ihrem Aufbau notwendige Material aus den in Zersetzung übergehenden Substanzen beziehen, und dafs es organische Verbindungen sind, welche ihnen hierzu dienen. Dafs aber diese Organismen wirklich als die Erreger der Fäulnis zu betrachten sind, geht daraus hervor, dafs fäulnisfähige Substanzen lange Zeit unverändert bleiben, wenn nur der Zutritt dieser Organismen verhindert wird. Auch kann die Fäulnis verlangsamt oder unterdrückt werden durch Mittel, welche die Vegetation und Vermehrung der Pilze hemmen oder dieselben töten; daher sind alle Mittel, welche das letztere bewirken, zugleich antiseptische. —

## Gärung.

Unter Gärung (Fermentatio)[2]) im allgemeinen versteht man gewisse Zersetzungsprozesse organischer Substanzen, und zwar solche, die nicht nach den gewöhnlichen Regeln der chemischen Verwandtschaft zu erfolgen scheinen und für deren Fortgang die infizierende Wirkung eines Gärungserregers oder Fermentes angenommen wird. Die Anwesenheit desselben ist zwar zur Einleitung der fraglichen Prozesse erforderlich; es mufs also, wie man es früher nannte, eine Kontaktwirkung desjenigen Körpers, unter dessen Einflusse die Zersetzung stattfindet, mit den organischen Substanzen eintreten; allein das Ferment beteiligt sich nicht erkennbar an der Reaktion, und es genügt — was höchst charakteristisch für die Wirkung des Ferments ist — eine ganz ungewöhnlich geringe Menge desselben, um grofse Quantitäten gärungsfähiger Substanzen in Gärung zu versetzen. Derartige Fermentwirkungen sind im Pflanzen- und Tierreiche weit verbreitet; man zählte sie bis in die neueste Zeit zu den

[1]) Naegeli, a. a. O. S. 12.

[2]) „Nach der Abstammung des Wortes selbst heifst *fermentatio* gleichsam so viel, als *fervimentatio* (Heifsmachung) und *fermentum* so viel als *fervimentum* (ein heifsmachendes Wesen); bei dem Gebrauch des Worts aber ist hernach ein Unterschied, wie nämlich dasselbe genommen werden solle, entstanden, weil etliche in der *Aufschaumung*, etliche aber nur in der *Aufwallung* oder in der Erwärmung der *Materie*, welche sich in diesem *Actu* äufsert, eine gewisse Gleichheit mit der Erhitzung erkennen.“ G. E. Stahl's Zymotechnia fundamentalis; aus d. Latein. ins Deutsche übers.; Stett. und Lpzg. 1748; S. 9.

Gärungserscheinungen, erkannte dann aber, dafs zwischen diesen Prozessen und jenen, die von jeher als Gärungen im engeren Sinne aufgefafst wurden (besonders der alkoholischen Gärung), der wesentliche Unterschied besteht, dafs bei letzteren lebende niedere, einzellige chlorophyllose Organismen, allgemein Gärungspilze genannt, als Gärungserreger wirken. Zu diesen organisierten Fermenten gehört besonders der Hefepilz (Kryptokokkus Kützing, Saccharomyces Meyen).

Die Fermente sind bald organisierte lebende Wesen, bald nicht organisierte organische Stoffe, bald auch unorganische Körper. Die Wirkung der Fermente beruht aber keineswegs auf der chemischen Verwandtschaft derselben zu dem Gärungsmaterial, indem zwischen beiden Körpern ein gegenseitiger Austausch von Elementen nicht stattfindet. Ein und dasselbe Ferment ist nicht imstande, alle gärungsfähigen Substanzen in Gärung zu versetzen. Im allgemeinen gibt es für jedes Gärungsmaterial ein bestimmtes Ferment.

Die Gärungsvorgänge erfordern 1. die Gegenwart des Ferments, 2. das Vorhandensein von Wasser und 3. eine bestimmte mittlere Temperatur. Je nach der Verschiedenheit des gärungsfähigen Körpers, des Ferments und der Produkte der Gärung unterscheidet man mehrere Arten von Gärung. Dieselbe kann verhindert oder unterbrochen werden durch solche Stoffe, welche die Keime töten oder die Fermente chemisch verändern. Hierher gehören gewisse Chemikalien (antiseptische Mittel), ebenso heben eine Temperatur von 0° und die Erhitzung des Gärungsmaterials auf 100° C. und höher, desgleichen vollständiger Abschlufs der Luft oder Filtrierung und Reinigung der Luft, welche mit dem Gärungsmaterial in Berührung kommt, und a. m. die Wirkung der Fermente mehr oder minder vollständig auf.

---

## I.

Nachdem wir uns so in aller Kürze mit dem heutigen Standpunkte unserer Kenntnis von Fäulnis und Gärung bekannt gemacht haben, wird es nunmehr unsere Aufgabe sein,

**die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis von Fäulnis und Cärung**

von den bescheidensten Anfängen bis in unsere Zeit im einzelnen zu verfolgen. —

Schon bei Aristoteles finden wir Spuren einer Erklärung der *Fäulnis.* In philosophischer Weise fafste er die Fäulnis auf als eine Zerstörung der eigenen und natürlichen Wärme, die in einem feuchten

Radikal eines gemischten Körpers existiert, eine Zerstörung, welche durch äufsere und fremde Wärme hervorgerufen ist: „Philosopho (scl. Aristotele) teste . . . . putrefactio nihil aliud est, quam corruptio caloris nativi, in humido radicali existentis alicuius mixti corporis, facta ab externo et peregrino calore.“[1]) „Sic Aristoteles . . . . putredinem dicit esse corruptionem proprii et naturalis caloris in humido a calore extraneo.“[2])

Paracelsus (1493—1541) spricht sich in betreff der Fäulnis folgendermafsen aus: „Die Putrefaction ist der vierdt Grad (scl. der Transmutationes Rerum naturalium) / darbey wirdt auch vermeinet vnd begriffen die Digestion vnd Circulation . . . .“[3]) „Ein jedliche Feule (Putrefaction) ist ein verzehrung vnd ein verschwinden des dings / in dem es ist / also / dafs es gleich verzehrt wirdt / als wer nichts da gewesen.“[4]) „Ein Putrefaction aber ist einer solchen grofsen Würckung / dafs sie die alte Natur verzehret / vnd Transmutirt alle ding in ein Newe vnd andere Natur / vnd bringt herfür ein newe Frucht: . . . vnd scheidet Purum ab Impuro / das Pur vber sich / vnd das Impur vnder sich / ein jedes besonder.“[5])

Der Engländer Thomas Willis (1622—1675) und andere waren der Ansicht, die Fäulnis bestehe in der Trennung schwefliger und öliger und alkalinischer, flüchtiger (extricatae), ausgedunsteter, brennbarer (inflammatae) Teile von übrigen Bestandteilen.[6])

Wieder andere berühmte Männer hatten die Meinung, die Natur des Kontagiums bei der Fäulnis sei durch gewisse Gärungen eines bösartigen Miasmas mit den Säften (humores) zu erklären, und sie meinten, jenes wandle letztere in seine Natur um und assimiliere sie sich gewissermafsen.[7]) —

Die erste beachtenswerte Erklärung der Erscheinung von Fäulnis gab 1657 Athanasius (vielfach fälschlich Anastasius) Kircher[8]) e Soc. Jesu (geb. 1601 im Fuldaischen, † 1680 als Prof. am Colleg. Roman. in Rom), ein Mann von der umfassendsten Gelehrsamkeit. Jede Fäulnis ist

---

[1]) Athanas. Kircher, Scrutin. physico medic. Romae 1658. Sectio I.: De origine, causis et effectibus Pestis, S, 18.

[2]) Marc. Anton. Plenciz, Opera med. physica. Vindobonae 1762. Tractat. de Contagio, S. 45.

[3]) Paracelsi, Opera, Bücher vnd Schriften. Strafsburg 1603. 1. Theyl, Lib. VII, S. 899 B.

[4]) —, Ander Theyl, Philosophia Paracelsi, Lib. IV, S. 50 A.

[5]) —, 1. Theyl, Lib. VII, S. 899 C.

[6]) Willis, Opera omnia. Amstelaedami 1682. De fermentatione sive De Motu Corporum Cap. VIII. — Vgl. ferner: Plenciz, a. a. O. Tractat. de Contag. S. 45 und 46.

[7]) Vgl. Plenciz, a. a. O. Cap. 29.

[8]) Vgl. Kircher, a. a. O. Sect. I, Cap. 4, 5, 7, 8.

nach ihm ansteckend: „contagiosa omnis putredo“; sie ist schleichend, giftig, maligne, meist mit heftigem Gestank (foetor) verbunden. Fäulnis verbreitet sich nach ihm bei gewissen Krankheiten (morbi exotici) zuerst im Blute und dann durch alle Eingeweide des Körpers. Kircher war der Ansicht, dafs jedes lebende Wesen der Fäulnis und faulenden Krankheiten ausgesetzt sei. Speziell für das animalische Wesen nahm er zwei Ursachen der Fäulnis an: 1. ein innerliches Prinzip, d. h. eine verkehrte Disposition und schlechte Beschaffenheit der Säfte im Körper, und 2. ein äufserliches Prinzip, d. h. verpestete Lüfte, durch dieselben zugeführte tierische Wesen und deren Keime und noch andere unbekannte Ursachen. — „Da nun faule epidemische Krankheiten gemeiniglich zu solchen Zeiten, da sich aufserordentlich viel Gewürme und Insekten erzeugen, auf das heftigste wüten, so war der scharfsinnige Kircher der erste, welcher die Hypothese machte, dafs Tierchen die Ursache der Fäulnis und besonders fauler Krankheiten (etwa unsere heutigen pathogenen Schizomyceten!) wären.“ [1]) In betreff dieses Verdienstes Kirchers äufsert sich Plenciz in ähnlicher Weise mit den Worten: „Non immerito Kircherus putredinem animatum esse judicavit.“ [2])

Marcus Antonius (fälschlich Antoninus!) Plenciz, ein Wiener Arzt, versuchte auf experimentellem Wege zu einer Erklärung der Fäulnis zu gelangen. Derselbe machte auf die Beobachtung aufmerksam, dafs an einem kalten Orte weniger, an einem warmen Orte leichter Fäulnis entsteht; dafs auch Feuchtigkeit eine Rolle dabei mitspiele; denn frisches Fleisch gehe leichter in Fäulnis über, als im Rauche gehärtetes. [3]) Ferner: Zur Fäulnis ist der freie Luftzutritt erforderlich. [4]) Das Experiment zeigte Plenciz auch, das im leeren Raume oder in einem gehörig verschlossenen Gefäfse entweder keine oder nur schwer irgend eine Fäulnis auftrete, [5]) obwohl alle anderen Ursachen, so dieselben von früheren Autoren aufgefunden, vorhanden gewesen seien, und deswegen schien ihm die Ansicht des Aristoteles in betreff der Fäulnis nicht genügend, weil dieselbe „idem per idem“ erklärte. [6])

Die Ursache für diese Erscheinungen, also das Wesen der Fäulnis bestimmt anzugeben, glückte auch ihm nicht, obwohl er aussprach, dafs gemäfs vielen Beobachtungen in faulenden Substanzen mit blofsem, besser aber noch mit bewaffnetem Auge „innumerabilia animalcula“ gefunden

1) William Alexanders Medicin. Versuche und Erfahrungen; übers. aus d. Englischen. Lpzg. 1773. S. 246.

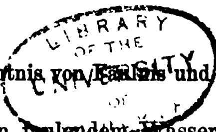
2) Plenciz, a. a. O. Tract. de Contag. S. 54.

3) Ders., a. a. O. Cap. 64.

4) Ders., a. a. O. Cap. 68.

5) Ders., a. a. O. Cap. 68.

6) Ders., a. a. O. Cap. 59.





werden; dann, dafs man sie ingleichen in faulendem Wasser, Wein, Bier, Essig, in allen fauligen Blutsäften des Körpers, wie in jeder faulen „materia, aut variolosa, cancrosa, scabiosa aut ulcerosa“ sehen,[1]) und endlich in faulenden Substanzen sogar die Keime dieser Tierchen beobachten könne; dafs demnach die Hypothese Kirchers, wonach Animalcula die Ursache der Fäulnis abgäben, angenommen zu werden verdiene.[2])

Aufser von Plenciz wurde diese Hypothese von verschiedenen anderen zeitgenössischen Schriftstellern von Ansehen verteidigt.

Dagegen trat der Edinburger Arzt William Alexander 1768 der Hypothese Kirchers und seiner Anhänger scharf entgegen. Eine Reihe von Versuchen lehrten ihn, dafs „die Fäulnis mit allen ihren gewöhnlichen Erscheinungen und Wirkungen ohne alle Tierchen vorhanden sei“,[3]) „dafs Fäulnis sowohl in einem animalischen als vegetabilischen Körper stattfinden könne, ohne Tierchen hervorzubringen.“[4]) Nach ihm sind deshalb „die Tierchen, welche wir gemeiniglich in faulen Substanzen antreffen, vielmehr die Wirkung als die Ursache der Fäulnis“[5]) und die faulende Materie „gibt blofs ein schickliches Nest zur Ausbrütung der Eier dieser Tierchen ab“;[6]) es gehören also endlich „die durch die Fäulnis hervorgebrachten Tierchen nicht wesentlich, sondern nur zufällig zur Fäulnis“.[7])

Seitdem sind von den hervorragendsten Forschern zahlreiche, aber mehr die Gärung als die Fäulnis behandelnde Arbeiten geliefert und viele Theorien aufgestellt worden, welche zu lebhaften Diskussionen geführt haben. —

Die Kenntnisse der Alten über *Gärung* waren rein empirisch, ohne dafs sich auch nur eine Spur einer theoretischen Auffassung dieses Vorgangs fände. Die Bekanntschaft mit gewissen Gärungserscheinungen, besonders mit der alkoholischen Gärung, ist uralt, und es reicht die älteste Wahrnehmung derselben über die Grenzen der sichern historischen Nachrichten hinaus. Wein und Bier, welche durch einen Gärungsprozefs erhalten werden, bereiteten schon die ältesten Völker (Ägypter, Griechen, Israeliten, Germanen), und so hatten sich denn auch die hierher gehörigen Erscheinungen längst zu einem populären und naturgemäfs sehr vagen Begriff gestaltet, ehe man an deren wissenschaftliche Er-

---

1) Plenciz, a. a. O. Cap. 69.

2) Ders., a. a. O. Cap. 74.

3) Will. Alexander, a. a. O. S. 285.

4) Ders., a. a. O. S. 294. Plenciz in s. Tract. de Contagio leugnet dieses ausdrücklich.

5) Ders., a. a. O. S. 247.

6) Ders., a. a. O. S. 260.

7) Ders., a. a. O. S. 264.

örterung, an die genaue Abgrenzung und Feststellung ihrer Wesenheit denken konnte. —

Bei den *Alchimisten* bis ins 14. und 15. Jahrhundert hinein finden sich die Bezeichnungen fermentatio und fermentum sehr häufig; indefs sind diese Ausdrücke in einer ganz allgemeinen Bedeutung genommen. Selbst aus den Schriften der berühmtesten Alchimisten wie Albertus Magnus (1193—1280), Roger Baco (1214—1284 [nach and. 1292]), Raimundus Lullus (1234—1315) ist nur wenig über die damaligen Ansichten betreffs der eigentlichen Gärung zu lernen. Es wurde damals kein Unterschied zwischen anorganischen und organischen Körpern gemacht. Dem einen Alchimisten ist Fermentation gleichbedeutend mit Digestion, und die Bezeichnung Ferment gebraucht er für jede chemisch wirkende Substanz; bei einem andern Adepten bedeutet fermentum den Stein der Weisen, lapis philosophorum, oder einen zu seiner Darstellung notwendigen Körper, und wieder ein anderer behauptet, das Ferment versetze die in Gärung zu bringende Masse in einen dem seinigen gleichen Zustand.

Ich könnte Stellen genug aus den Schriften der zuvor genannten und anderer Alchimisten reden und urteilen lassen als Beweis für deren Unklarheit in Beziehung auf das, was sie unter Gärung, fermentatio, verstanden. Charakteristisch hierfür sind die Worte Kopps: „Ich verzweifle fast daran, mir einen klaren Begriff über den Sinn, den die Alchimisten mit den Bezeichnungen fermentatio und fermentum verbanden, zu verschaffen.“ [1])

Etwas deutlicher schon äufsert sich über die eigentliche Gärung Andreas Libau, gewöhnlich latinisiert Libavius genannt (1540—1616). „Fermentatio“, so lautet es in seiner Alchymia, [2]) „est rei in substantia, per admistionem fermenti, quod virtute per spiritum distributa totam penetrat massam et in suam naturam immutat, exaltatio.“ Die Wirkung des Ferments, sagt er weiter, beruhe auf der Wärme: „agit fermentum praesidio caloris interni maxime.“ —

Bei den meisten *Jatrochemikern* des 16. und 17. Jahrhunderts, deren bedeutendste Vertreter Paracelsus (1493—1541), Joh. Baptist van Helmont (1577—1644) und Franc. de le Boë Sylvius (1614 bis 1672) waren, behielt der Ausdruck Fermentation seine ausgedehnteste Bedeutung, bei denen damit fast jede Einwirkung, welche zwei Körper aufeinander hervorbringen, bezeichnet wird. Sie sprachen noch bei der Zersetzung eines Kohlensäuresalzes durch eine Säure von Gärung, weil der Prozefs, bei welchem sich Kohlensäure brausend entwickelt, „Effer-

---

1) Herm. Kopp, Geschichte der Chemie Bd. IV. Brschwg. 1847. S. 286.

2) Andreae Libavii, Alchymia recognita, emendata etc. Francofurti 1606. Lib. I, Cap. 59.

vescentia", eine äufsere Ähnlichkeit mit der Wein- und Biergärung zeigt. Van Helmonts Gärungsstoffe oder Fermente waren die vorzüglichsten Stützen dieses sog. chemiatrischen Systems. „Fermenta omnino ad omnem rei transmutationem praevia atque necessaria."[1]) Ohne Gärung gibt es nach dieser Lehre keine veränderte Säftemischung; auf Gärung beruhen alle anderen physiologischen Vorgänge im Körper. Van Helmont selbst drückt sich, indes undeutlich, so über die Gärung aus, als ob aus dem Ferment in die gärungsfähige Masse etwas einem Samen Vergleichbares übergehe, in dessen Entwicklung die Gärung bestehe: „Imago fermenti impraegnat (die gärungsfähige) massam semine" ist der Abschnitt seiner Opera omnia überschrieben, wo er vorzüglich von der Gärung handelt.

Allerdings machte schon Sylvius auf den Unterschied aufmerksam, welcher zwischen „Effervescentia" (dem Aufbrausen der Säuren und kohlensaurer Alkalien) und „fermentatio" stattfindet, ihn — nicht unrichtig, aber auch nicht erschöpfend — dahin erläuternd, dafs Gärung auf Zerlegung und Zersetzung beruht, die Effervescenz hingegen von der Bildung einer neuen Verbindung begleitet wird: „Effervescentia . . . differt a Fermentatione. Hujus namque finis est partium misti ad faciliorem sui segregationem dispositio per salini earundem vinculi dissolutionem: Illius autem, spiritus acidi cum lixivioso sale congelatio, aliove subjecto concentratio, adeoque cum ipsis conjunctio".[2])

Und doch bedient sich Sylvius der „fermentatio" als einer Annahme zur Erklärung der natürlichen Verrichtungen des Organismus in so arger Weise, dafs er fast von keiner veränderten Mischnng der Säfte spricht, ohne eine Gärung dabei zu finden.[3])

Joh. Joachim Becher (1635—1682) hielt die Gärung für etwas der Verbrennung ähnliches: wie bei der letztern, so finde auch bei der erstern eine Auflockerung und Zerteilung statt; auch glaubte er, bei der Gärung müsse die Luft einwirken können: „Ignis flammans fermentationis species est et per omnia cum fermentatione comparatur".[4]) „Fermentatio definitur, quod sit corporis densioris rarefactio, particularumque aërearum interpositio. Ex quo concluditur, debere in aëre fieri, . . . ."[5]) Bei der Ver-

---

[1]) J. B. van Helmont, Opera omnia. Hafniae 1707. S. 107, No. 1.

[2]) Fr. Sylvius, Opera medica. Genevae 1698. Disputat. medic. decas Cap. I. Corollaria.

[3]) Vergl. Sylvius, a. a. O. Disput. med. dec. Cap. I. — Ferner: a. a. O. Prax. med. Idea nova Lib. I, Cap. 7. — Desgl.: a. a. O. Prax. med. Appendix Tractat. IV. — Und noch: a. a. O. Opusc. varia Tractat. I, Lib. 1, Cap. 9.

[4]) J. J. Becher, Physica subterranea. Lips. 1703 (1669 zum ersten Male erschienen); in der Synopsis zu Lib. I, Sect. V, Cap. 2, No. 151.

[5]) Ders., a. a. O. Lib. I, Sect. V, Cap. 2, No. 10.

gleichung von Fäulnis und Gärung sagt er, die Fäulnis habe das mit der Gärung gemein, dafs bei beiden Prozessen eine Zerteilung statthabe, aber die erstere bilde verschlechterte, die letztere verbesserte Produkte: „Fermentatio a putrefactione differt, quod in ea quidem partes rarefiant, ut in putrefactione, et quod ex hac rarefficatione aliqua corpusculorum mixti resolutio et alteratio sequatur; sed quod haec resolutio non sit mixti destructio, sed potius perfectio, subtilisatio et extenuatio".[1]) Nach ihm gibt es drei Arten von Gärung: Gasentwicklung, Gärung im eigentlichen Sinne oder geistige Gärung und Essiggärung: „... Hoc loco de fermentatione agemus, cujus tres species existunt; alia enim est intumefactio seu ebullitio, aut interna incalescentia; alia proprie fermentatio; alia acetificatio seu acescentia".[2]) Die geistige wie die Essiggärung beruhen auf der Einwirkung salziger und schwefliger (brennbarer) Partikeln aufeinander, und je nachdem die einen oder die andern vorwalten, entsteht Essig oder Alkohol: „... Spiritus vini et aceti, qui duo inter se differunt, quod prior, ut saepius dictum est, plures partes sulphureas, pauciores salinas, posterior plures salinas, pauciores sulphureas contineat ..."[3])

Von besonderer Wichtigkeit sind Willis' (1682) und Stahls (1697) Ansichten über die Gärung. In ihren Gärungstheorien ist zuerst der Satz deutlich ausgesprochen, ein in Zersetzung begriffener Körper könne diesen Zustand auf einen andern übertragen. Sie nahmen zuerst an, das Ferment befinde sich in einer zersetzenden Bewegung und trage diese auf den gärungsfähigen Körper über. Willis gibt folgende Definition über Gärung: „Fermentatio est motus intestinus particularum principiorum cujusvis corporis, cum tendentia ad perfectionem ejusdem corporis, vel propter mutationem in aliud".[4]) Das Ferment ist nach ihm ein Körper, welcher in innerer Bewegung begriffen ist, und dasselbe wirkt auf den gärungsfähigen Körper, indem es diesem seine Bewegung mitteilt: „Est autem fermentum .... ejusmodi corpus, in quo particulae activae simul omnes in vigorem collocatae, insigniter in motu sunt; adeoque dum subjecto fermentando committuntur, alias ibidem particulas cujuscunque generis prius inertes, secum in motum rapiunt".[5])

Mehr noch als Willis' Ansichten bahnten die des berühmten Mediziners und Chemikers Georg Ernst Stahl (1660—1734) über die Gärung den Weg zu einem richtigeren Verständnis dieses Vorganges. Derselbe

---

1) J. J. Becher, a. a. O. Lib. I, Sect. V, Cap. 2, No. 3.
2) Ders., a. a. O. Lib. I, Sect. V, Cap. 2, No. 5.
3) Ders., a. a. O. Lib. I, Sect. V, Cap. 2, No. 155.
4) Willis, a. a. O. De fermentat. sive etc. Cap. III.
5) Ders., a. a. O. Cap. VI.

sprach vorzüglich in seiner *Zymotechnia fundamentalis*[1]) aus, dafs Gärung und Fäulnis analoge Vorgänge, dafs Fermentation und Putrefaktion unwesentlich verschiedene Wirkungen einer ähnlichen Ursache seien, und es lasse sich leicht dartun, dafs die Gärung nur ein spezieller Fall der Fäulnis sei. „Es würde leichtlich gezeiget werden können, dafs die Fäulung als eine allgemeinere Behandlung anzusehen, unter welcher sich die Gährung als eine blofse Gattung derselben sich befindet“ (S. 15). „Da ich denn nur . . . wiederhole, . . . nemlich dafs die Fermentation ehe unter der Putrefaction, als diese unter jener begriffen werden könne; . . . denn die eigentlich also genannte Fermentation ist dermafsen ein Anfang zur Putrefaction, dafs, wo sie nicht künstlich gehemmet und gehindert wird, sie in der That unmittelbahr bifs zur Putrefaction fortgehet . . . Es ist die Putrefaction nichts anders, als eine vollständige und gantz zu Ende gebrachte Fermentation: Die eigentlich also genannte Fermentation aber . . . ist nichts anders, als eine unterbrochene und gehinderte, . . . gleichsam zu einer gewissen Gattung gebrachte Fäulung“ (S. 264—266). Nach Stahl handelt es sich bei der Gärung nicht um präformierte Produkte, sondern um eine Auflösung des aus heterogenen („paris heterogeneitatis“), kleinsten Teilchen („Moleculae“) zusammengesetzten, gärungsfähigen Körpers in seine Bestandteile und um Bildung neuer beständigerer Verbindungen: „Die Fermentation ist eine innerliche Bewegung, wodurch verschiedene nicht gar zu fest verknüpffte Zusammensetzungen, vermittelst einer dahin dienlichen Feuchtigkeit ergriffen, und durch langwieriges Untereinandertreiben aneinander gerieben und gestofsen werden, wesfalls die Verknüpffung des gegenwärtigen Zusammenhanges von einander gerissen, die abgerissenen Theilchen aber durch das stete Reiben verdünnet, und in eine neue und zwar stärckere Verbindung versetzt werden“ (S. 16 und 141). „Der Endzweck, oder der Effect der Fermentation, bestehet theils in einer einfachen Auflösung, theils in einer Verdünnung oder Zartmachung, theils auch in einer neuen Versetzung“ (S. 83). Die Ursache der Zersetzung, der Gärung, sieht Stahl darin, dafs in chemischer Aktion befindliche Stoffe diese Tätigkeit, die innere Bewegung, gleichsam durch einen mechanischen Anstofs ihrer Moleküle auf andere, an sich zwar stabilere, aber doch leicht zersetzliche, mithin gärungsfähige Substanzen und Verbindungen zu übertragen vermögen. „Dafs nun auch in unserm Gährungs-Geschäffte die etwas nachlässigere Betrachtung der Grund-Ursachen viele Schwierigkeit, ja gar Verwirrung verursacht habe, wird einem jeglichen, wie ich hoffe, in die Augen fallen, der dasjenige, was von der Gährung bifs auf den

[1]) G. E. Stahl, Zymotechnia fundamentalis (1697 zum ersten Male erschienen). Aus dem Lateinischen ins Teutsche übersetzt. Stettin und Leipzig 1748.

heutigen Tag ans Licht gebracht worden, mit der Erfahrungs-mäfsigen Wahrheit aufs genaueste zu vereinigen sich bemühen wird. Unter dergleichen Dingen ist gewifs der Beytritt der Lufft nicht eines von den geringsten" (S. 115). „Weil die Fermentation — worunter auch die Fäulung mit begriffen ist (S. 143) — eine Bewegung ist, so ist nöthig, dafs nicht allein etwas bewegliches, sondern auch etwas bewegendes, oder ein Beweger zugleich gegenwärtig sey. Das Bewegliche machen die saltzigte, saure, erdigte, schwefelichte Theilchen aus. Der vornehmste Beweger aber ist die in diesen Theilchen eingeschlossene und unter deren glebrichten Zusammen-Ordnung verborgene Lufft, welche sich mit Beyhülffe der äufserlichen warmen Bewegung des Aetheris ausdehnet, und diejenige Bande, in welchen sie verhafftet gewesen, zu zerreifsen suchet; wannenhero sie auf allen Seiten die Particulchen anracket, zerreifset, auseinander setzet und zertheilet, . . . Diese innere Würckung des Aetheris, wird nicht alleine von aufsen durch die Wärme, sondern auch durch das zugesetzte Ferment, welches man aus einer schon in der Gährung begriffenen, oder auch dazu vor andern bequemen Materie zu nehmen pfleget, gar sehr befodert" (S. 302).

Stahls Anhänger hielten lange an dieser Theorie der Gärung fest, an welche auch unverkennbar die Liebigsche Gärungstheorie anknüpfte.[1]) Namentlich trat der berühmte holländische Arzt Hermann Boerhaave (1668—1738) mit grofser Entschiedenheit für die Ansicht Stahls ein, indem er ebenfalls als Ursache der Gärung eine innere Bewegung der Substanz annahm; aber er ging noch einen Schritt weiter und unterschied bereits deutlich die Fermentation der vegetabilischen Substanzen von derjenigen der animalischen. Nur die erstere ist nach ihm eigentlich Gärung, die letztere hingegen die Fäulnis: „Fermentationis nomine intelligam Motum Intestinum, excitatum in Vegetabilibus; . . . intestinum vero illum appello, quia maxime excitatur a principiis internis, quae in Vegetabili haerent . . . Dico autem illum Motum Intestinum in solis Vegetantibus excitari posse, quia hactenus nullo exemplo demonstrata fuit Fermentatio ulla in Animalibus, nisi haec Vegetabilia in se recepissent . . .; Putrefactio . . . Animalium . . . omnino diversa ab omni Fermentatione."[2])

Mit dem Sturze der Phlogistontheorie durch den französichen Chemiker Lavoisier (1743—1794) fiel auch die Gärungstheorie Stahls. Auf zahlreiche Versuche gestützt, wies Lavoisier nach,[3]) dafs der Zucker bei

---

[1]) „Il résulte des recherches historiques récentes de M. Chevreul, insérées au Journal des Savants, que Stahl avait déjà émis des idées analogues à celles de M. Liebig sur les causes de la fermentation alcoolique." Pasteur, Compt. rend. de l'Acad. Bd. 45, 1857, S. 913.

[2]) H. Boerhaave, Elementa Chemiae. Venetiis 1759. Pars II, S. 93.

[3]) A. L. Lavoisier, Traité élémentaire de chimie. Paris 1793. 2. Aufl.

der Gärung sich geradezu in Alkohol und Kohlensäure spaltet; er betrachtete (Bd. I, S. 150) den Zucker als ein Oxyd, „oxide végétal", dessen Sauerstoff bei der Zerlegung mit einem Teile des Kohlenstoffs sich verbindet und Kohlensäure bildet, während der übrige Kohlenstoff mit Wasserstoff und Sauerstoff Alkohol erzeugt. —

Nach der von Cagniard-Latour (1777—1859) und Schwann (1810—1882) entwickelten Theorie der Gärung sind überall in Luft und Wasser zahllose Keime lebender Pflanzen verbreitet, welche sich da entwickeln, wo sie die zu ihrem Fortkommen günstigen Verhältnisse finden, und die aus der Entwicklung dieser Keime hervorgegangenen niedern Organismen sind es, welche die Gärung veranlassen. Besondere Beweise für diese Ansicht lieferten die Versuche der genannten und anderer Forscher, welche ergaben, dafs, wenn organische Substanzen aufgekocht und dann mit vorher durch Schwefefsäure oder glühende Glasröhren geleiteter Luft in Berührung gebracht wurden, diese Substanzen keinen Schimmel bildeten oder Gärung erregten; die Luft besafs die Fähigkeit zum Einleiten dieser Prozesse nicht, weil durch die Glühhitze oder die Schwefelsäure die in der Luft befindlichen lebenden Keime zerstört wurden. Wurde dagegen der äufsern Luft freier Zutritt gestattet, so trat schon nach kurzer Zeit Schimmelbildung oder Gärung ein.

Schroeder und v. Dusch fanden, dafs auch durch Baumwolle geleitete Luft die Bildung von Schimmelpflanzen verhindere, und Pasteur beobachtete wirklich in der zu diesem Zweck angewendeten Baumwolle oder Asbest Pilzsporen. —

Man hatte früher geglaubt, dafs der Schimmel, sowie andere ähnliche Bildungen unmittelbar aus der organischen Substanz entstehen können, und daraufhin eine *Urzeugung* angenommen; doch sind die diesbezüglich angestellten Versuche — wie wir auch im Verlaufe unserer Abhandlung sehen werden — geeignet, zu beweisen, dafs, wie im übrigen Pflanzenreiche, die neu entstehenden Individuen stets von derselben Art durch Vermehrung oder Fortpflanzung abstammen.

Im Altertume und bis zum Ausgange des Mittelalters beherrschte der Glaube, dafs Tiere und Pflanzen ohne vorgängige Zeugung durch bereits vorhandene Organismen ähnlicher Art aus leblosen Körpern und Substanzen heraus entstehen könnten, die Ansicht von der sog. *Generatio spontanea s. aequivoca* ein sehr weites Feld.

Noch im 17. Jahrhundert beschrieben verschiedene Autoren alles Ernstes das Verfahren der Entstehung der Mäuse, Insekten und Vögel durch Urzeugung;[1]) wieder andere gaben die Art und Weise an, Frösche

[1]) Vgl. z. B. van Helmont, a. a. O. S. 108, No. 9 und S. 109, No. 10.

aus dem Sumpfmoraste oder Aale aus dem Flufswasser entstehen zu lassen.[1])

Nicht ganz ausgerottet ist ferner die Volksmeinung, wonach allerlei Ungeziefer aus Schmutz, in gärenden und faulenden Mischungen, in feuchten Sägespänen usw., Helminthen oder Entozoën aus dem Darminhalt von selbst, also durch Generatio aequivoca entstünden.

Der bereits erwähnte William Alexander wollte, nach dem Vorgange der Philosophen, von einer solchen Erzeugung ohne Samen, „Equivocal or spontaneous generation", nichts wissen; denn „eine solche benähme der Gottheit ihre Macht und streite wider die Vollkommenheiten derselben".[2])

Doch auch abgesehen davon konnten ähnliche Irrtümer nicht lange dem Forschungsgeiste, der sich im 17. und 18. Jahrhundert über Europa verbreitete, widerstehen. Und je mehr die Wissenschaften fortgeschritten sind, um so mehr wurde dargetan, dafs alle diese für Wahrheiten gehaltenen Meinungen auf falschen und leichtfertigen Beobachtungen beruhten, um so mehr wurde durch die exakte Naturforschung das Gebiet dieser Phantasieen auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt und um so mehr endlich hat die Ansicht Anhänger gefunden, dafs lebende Wesen stets und überall aus andern bereits bestehenden Wesen gleicher oder ähnlicher Art hervorgehen: Omne vivum ex vivo. —

Francesco Redi (1626—1694), ein berühmtes Mitglied der vielgenannten florentinischen Academia del Cimento, machte (1675) darauf aufmerksam, dafs die Maden auf faulendem Fleisch die Larven der Fliegeneier seien. Seine Beweise waren ebenso einfach als entscheidend, denn er zeigte, dafs die Ausspannung einer feinen Gaze über faulendes Fleisch genüge, um die Entstehung dieser Larven absolut zu verhindern. Ingleichen erkannte und unterschied Redi zuerst unter den Tierchen, welche auf andern Tieren leben und schmarotzen, Männchen, Weibchen und Eier.

In der zweiten Hälfte des 17. und in der ersten des 18. Jahrhunderts erschien mit der Entdeckung mikroskopisch kleiner lebender Wesen auch die Doktrin von der Generatio spontanea wieder; der Streit über die Urzeugung, der schon geschlichtet schien, begann aufs neue und hat in seinen mannigfaltigen Wechselfällen bis auf die neueste Zeit gewährt. —

Wie nun liefs sich der Beweis gegen die Hypothese von der Generatio aequivoca führen? Auf zweierlei Wegen konnte dies geschehen:[3])

---

[1]) U. a.: Anton. a Leeuwenhoek (holländ. Naturforscher, 1632—1723), Arcana naturae detecta. Lugd. Batav. 1722. Epist. 75, S. 307—320.

[2]) Will. Alexander, a. a. O. S. 259.

[3]) Vgl. H. Huppert, „Über die Urzeugung", Schmidts Jahrb. d. gesamt. Med. Bd. 129, 1866, No. 1.

a) entweder mufste nachgewiesen werden, auf welche Art und Weise sich die niedern pflanzlichen und tierischen Organismen vermehren, oder b) man mufste zeigen, dafs in Substanzen, in denen auf irgend welche Weise alle Organismen getötet und denen der Zutritt abgeschnitten worden, keine neuen sich spontan entwickeln.

Letzterer Nachweis ist für uns von höherer Bedeutung, denn er schliefst einmal die Annahme aus, dafs neben einer Vermehrung durch Zeugung eine spontane Generation aus leblosen Körpern und Substanzen heraus stattfindet, und zweitens leitet er mich gleich zu einem Hauptzweck vorliegender Arbeit hin, dem nämlich, nachzuweisen, welchen Forschern der Hauptteil an dem Verdienste, das Wesen von Fäulnis und Gärung als auf Mikroorganismen beruhend entdeckt zu haben, zukommt.

Needham, ein geschickter Physiker und katholischer Priester, veröffentlichte 1745 zu London ein Werk, in welchem er, nach umfänglichen Versuchen dieser Art, welche zum ersten Male mit hermetisch verschlossenen, zuvor der Einwirkung erhöhter Temperatur ausgesetzten Gefäfsen angestellt wurden, sich zugunsten der spontanen Zeugung entschied. Zu seiner Lehre bekannte sich der berühmte französische Naturforscher George Louis Buffon (1707—1788), welcher Umstand der Generatio aequivoca eine um so gröfsere Bedeutung verlieh. Indes fanden die Ideen Needhams und Buffons wie ihre Anhänger, so auch ihre Gegner. Namentlich trat ihnen der Naturforscher und Philosoph Charles Bonnet (1720—1793) mit seinem System von der Präexistenz der Keime entgegen. Wir wissen heute, dafs die Wahrheit weder auf der einen noch auf der andern Seite sich befand.

Nicht gar lange währte es, dafs die Schlufsfolgerungen des englischen wie des französischen Forschers einer experimentellen Untersuchung und Klarstellung unterworfen wurden. Denn durch das Experiment allein konnte entschieden werden, ob ihre Meinungen richtig oder verkehrt waren.

Der italienische Abbate Lazzaro Spallanzani (1729—1799), ein sehr gelehrter Physiologe seiner Zeit, „einer der ersten Naturforscher aller Zeiten“,[1]) erklärte sich auf Grund von direkten Versuchen gegen die Systeme der beiden Forscher, zuerst in einer Dissertation: „Saggio di osservazioni microscopiche, relative al sistema della generazione di Signori Needham e Buffon, Modena 1765“, und später aufs neue in seinen „Opuscoli di fisica animale e vegetabile, Mod. 1776“. Es liegt aufserhalb des Rahmens dieser Arbeit, eine Geschichte des wissenschaftlichen Streites zwischen Needham und Spallanzani in betreff der in Rede stehenden Frage zu geben; es genügt mitzuteilen, dafs auch Spallanzani

[1]) H. Haeser, Lehrb. d. Gesch. d. Medicin, 1881, II. Bd., S. 584.

den Gegenstand nicht zu entscheiden vermochte, wenngleich man ihn vielfach gern als den siegreichen Gegner Needhams betrachtet hat. Soviel wurde indes ausgemacht, dafs jegliche Erzeugung von Infusorien unterdrückt wird, dafs also keine Fäulnis eintritt, wenn die betreffenden Substanzen resp. Infusionen in hermetisch verschlossenen Gefäfsen während einiger Zeit in der Temperatur des siedenden Wassers erhalten werden. —

Was indes die eigentliche Ursache, das Wesen der Fäulnis und der Gärung sei, worin diese beiden Prozesse beständen, darüber hatten die Arbeiten der vorgenannten Autoren keinen Aufschlufs gegeben. Und auch noch im Anfange unseres Jahrhunderts blieben die Versuche namentlich französischer Chemiker und Physiologen, das Bedingende der Fäulnis und Gärung, das Ferment, genau anzugeben, erfolglos.

So hatte die Abteilung für physikalische und mathematische Wissenschaften des L'Institut zu Paris im Jahre 8 der französischen Republik (1800) folgende Frage als Preisaufgabe vorgelegt: „Welches sind die charakteristischen Merkmale, welche in den pflanzlichen und tierischen Stoffen diejenigen, welche als Ferment dienen, von denen unterscheiden, mit welchen sie die Gärung vor sich gehen lassen?“ Indes blieb diese Frage damals unbeantwortet.

Fabbroni,[1]) ein italienischer Gelehrter, hatte den ingeniösen Gedanken, Traubenbeeren zu zerlegen und sie der Gärung auszusetzen, wobei er fand, dafs es darauf ankomme, dafs der Inhalt der Beeren mit der Luft zusammenkommen müsse, damit sich Alkohol bilden könne.

Louis Thénard[2]) beobachtete, dafs die Hefe, indem sie auf den Zucker einwirkt, ihren Stickstoff verliert; er stellte auch fest (1806), dafs alle Früchte, deren Saft einer geistigen Gärung fähig ist, Zucker und Ferment enthalten, eine belebte Substanz, „une matière animale“, deren Typus, nach ihm, die Bierhefe ist.

Colin, Prof. an der kgl. Militärschule zu Paris, veröffentlichte[3]) eine Abhandlung: „Mémoire sur la fermentation du sucre“, der ich folgendes entnehme: „Die Hefe, welche der Wein, sobald er älter wird, ablagert, wandelt den Zucker in Alkohol um: . . . Bei allen Experimenten“, welche Colin mit stickstoffhaltigen organischen Materien in betreff der Zuckergärung anstellte, „fand neben der Alkoholbildung Kohlensäure-Entwicklung statt, woraus man folgern mufs, dafs der jedesmalige Prozefs langsam verlief“. Colin fügt hinzu, dafs bei allen Reaktionen die Hefen während des Vorgangs der Gärung gebildet werden, was ihn zu der Annahme geneigt machte, „dafs sich in der Hefe selbst eine innere Arbeit

[1]) Vgl. Annal. de Chim. et de Phys. Bd. 28, 1825, S. 128.

[2]) Vgl. daselbst S. 129.

[3]) Das. S. 128—142.

vollzieht, deren Bewegung sich dem Zucker mitteilt, und die nicht eher zu wirken aufhört, als bis die Hefe erschöpft ist, sei es nun durch den Zuckerstoff oder durch die auf sich selbst gerichtete Aktion, und dafs ferner die Rückstände bei der Destillation, welche sie auch immer waren, sich noch von selbst einer weinigen Gärung unterzogen, ein Beweis, dafs Alkohol die Gärung verhindert, und dafs die Siede, wenn sie auch die Gärung aufhebt, die Ursache derselben nicht zerstört". Colin konstatierte ferner, „dafs das Gärungsferment nicht flüchtig ist, dafs die Hefe noch zur Gärung dienen kann, nachdem sie bis zur Trockenheit erhitzt worden ist, und dafs, wenngleich die Hefe den Sauerstoff der Luft in Kohlensäure umsetzt, der Sauerstoff nicht notwendig ist, um die Hefe in Aktion zu versetzen".

Dahingegen behauptete Gay-Lussac (1778—1850), dafs nur der Sauerstoff der Luft das Bedingende für die Entstehung von Fäulnis und Gärung sei; der Sauerstoff sei gerade notwendig, um die Gärung einzuleiten, nicht aber nötig, damit die Gärung sich fortsetze.[1])

---

## II.

So war der Stand der Frage und ihrer Beantwortung in den dreifsiger Jahren unseres Jahrhunderts, als die Sache durch die Untersuchungen von Franz Schulze, Theodor Schwann und Cagniard-Latour im Jahre 1836 eine neue Wendung und namentlich durch der beiden letztern Experimente einen bemerkenswerten Fortschritt erlangte, indem sie zeigten, dafs auch Zutritt von atmosphärischer Luft nicht imstande sei, eine fäulnisfähige Substanz in Fäulnis zu versetzen. —

Franz Schulze, damals in dem Laboratorium von E. Mitscherlich in Berlin tätig († Mitte der siebziger Jahre als ord. Professor der Chemie in Rostock), machte 1836 eine „Vorläufige Mitteilung der Resultate einer experimentellen Beobachtung über Generatio aequivoca".[2])

Eine Entwicklung lebender Organismen hatte man bis hierhin noch nicht beobachten können und es blieb daher die Frage: „Fafst der Zutritt von atmosphärischer Luft, Licht und Wärme zu infundierten organischen Substanzen alle Bedingungen zur primitiven Entstehung tierischer oder auch nur pflanzlicher Organismen in sich?" noch unentschieden. Die

[1]) In den Annal. de Chim. et de Phys., 3ème Sér., Bd. 58, 1860, S. 367, nach denen ich hier zitiere, ist auf die Annal. de Chim. Bd. 76, 1810, S. 247 als diesbezügliche Originalquelle verwiesen, welch letztere indes mir nicht direkt zugänglich war.

[2]) Poggendorffs Annal. der Phys. u. Chem. Bd. 39, 1836, No. 11, S. 487—489.

hierbei zu überwindende Schwierigkeit lag darin, dafs man a) gleich beim Beginn des Versuchs gewifs sein mufste, keine Tiere oder entwickelungsfähige Keimstoffe in der Infusion zu haben, und b) dafs die hinzutretende Luft nichts davon enthalten durfte. Zu dem Ende konstruierte sich Schulze einen Apparat, von dem ich die von Schulze seiner Arbeit beigefügte Abbildung in vergröfsertem Mafsstabe hier wiedergebe (siehe Fig. 12), weil er das Vorbild aller anderen bis heute zu ähnlichen Zwecken gebrauchter Apparate geblieben ist.

Derselbe füllte den gläsernen Kochkolben (*K*) zur Hälfte mit destilliertem Wasser ($H_2O$), dem er verschiedene animalische und vegetabilische Stoffe beigemengt hatte, verschlofs ihn mit einem guten Kork (*k*), der von zwei luftdicht in ihn eingepafsten, knieförmig gebogenen Glasröhren

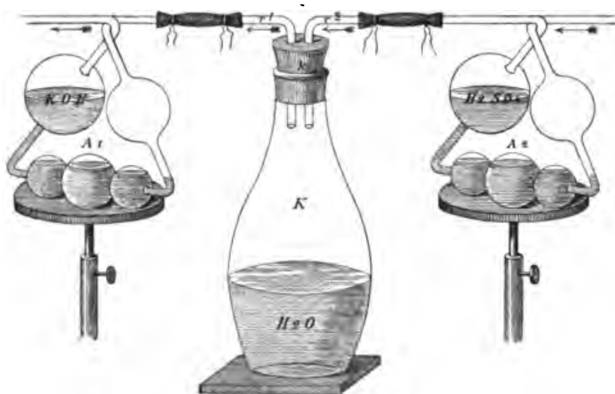



Fig. 12.

($r_1$ und $r_2$) durchbohrt war; hierauf erhitzte er ihn in einem Sandbade so lange, bis das Wasser heftig kochte und „so alle Teile einer Temperatur von 100° ausgesetzt waren“. Währenddessen befestigte er an die beiden in den Kork eingefügten Glasröhren „einen Apparat, dessen sich die Chemiker bei organischen Analysen bedienen, um die Kohlensäure zu absorbiren“ (nämlich einen sog. Liebigschen Kugelapparat (Fig. 12 $A_1$ und $A_2$), von denen der eine mit Kalilauge ($KOH$), der andere mit konz. Schwefelsäure ($H_2SO_4$) gefüllt war“. „Durch die Siedehitze war alles in dem Kolben und den beiden Glasröhren etwaig vorhandene Lebendige oder dessen Keime zerstört und durch die Schwefelsäure auf der einen, die Kalilösung auf der anderen Seite aller Zutritt desselben von aufsen abgeschnitten. . . . Um nun fortwährend die Luft innerhalb des Kolbens zu erneuern, sog ich mehrmals des Tages mit dem Munde an dem offenen Ende des mit Kalilösung gefüllten Apparates, wo dann jedesmal die Luft

aus dem Kolben heraus durch die kaustische Flüssigkeit hindurch in meinen Mund und von aufsen atmosphärische Luft durch die Schwefelsäure hindurch in den Kolben trat. Die Luft wurde natürlich durch das Hindurchtreten durch die Schwefelsäure in ihrer Zusammensetzung nicht verändert; es mufsten aber, wenn man sie nur langsam hindurchtreten liefs, alle in ihr befindlichen *lebendigen* oder *lebensfähigen Teilchen* von der Schwefelsäure aufgenommen und sofort zerstört werden."

Obschon die Versuche während der Sommermonate (1836) angestellt und die Erneuerung der Luft im Kolben ununterbrochen fortgesetzt wurde, blieb die Flüssigkeit doch frei von jeder Spur von Infusorien, Konferven oder Schimmel. „Dagegen zeigte sich alles dreies schon in einigen Tagen, nachdem ich den Kolben hatte offen stehen lassen, im reichlichsten Mafse." —

Theodor Schwann dehnte die von Schulze zur Widerlegung der Urzeugung von neuem aufgenommenen Versuche bald darauf weiter aus; er vermied bei seinen Experimenten die Filtration durch starke chemische Reagentien, setzte indes die Luft, welche er zu den Versuchsflüssigkeiten treten liefs, erst der Glühhitze aus; es trat alsdann keine Fäulnis ein. —

Dr. Schwann, damals bei Joh. Müller in Berlin arbeitend, teilte am 26. Sept. 1836 auf der Naturforscher-Versammlung zu Jena seine Versuche über Generatio aequivoca mit.[1]) „Schwann hatte ein wenig von einer organischen Infusion in eine Glaskugel gebracht, so dafs der gröfste Teil der Kugel mit atmosphärischer Luft gefüllt blieb. Die Kugel wurde dann an ihrer Öffnung zugeschmolzen und in siedendes Wasser oder in den Papinianischen Topf gebracht und nach $^1/_4$ Stunde wieder herausgenommen; zeigten sich hier nach einiger Zeit Infusorien, so konnten sie nur durch Gen. aequivoca entstanden sein, da die etwa vorhandenen Keime durch die Siedehitze zerstört waren; zeigten sich keine Infusorien, so konnte auch nur die Nichtexistenz der Gen. aequivoca der Grund davon sein, da alle anderen Bedingungen zur Infusorienbildung mit Ausnahme der Keime vorhanden waren. Schwann hatte aber keine Infusorienbildung in diesem Gläschen beobachtet. Um dem Einwurfe vorzubeugen, dafs die organische Materie während des Kochens den Sauerstoff der in dem Gläschen befindlichen Luft in Kohlensäure verwandle, hatte Schwann den Apparat auf folgende Weise modifiziert (s. Fig. 13): Der Hals des Kölbchens (*K*) wurde abwärts gesenkt, knieförmig umgebogen, so dafs der andere Schenkel wieder in die Höhe stieg. Hier wurde noch ein kleines Kügelchen (*k*) angeblasen und der übrige Teil der Glasröhre in eine Spitze (*S*) ausgezogen und dann abgebrochen. Das

[1]) Vgl. „Bericht über die Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärzte zu Jena im Sept. 1836" in Okens, Isis encyclop. Zeitschr. 1837, H. 7, S. 523 ff.

Knie wurde nun mit Quecksilber (*Hg*) gefüllt und darüber eine organische Infusion in das kleine Kügelchen gegossen, wovon die Spitze zugeblasen. Während des Kochens wurde die Flüssigkeit durch das Quecksilber von der Luft des Kölbchens abgesperrt. Nach dem Kochen aber wurde der Apparat umgekehrt, wobei das Quecksilber herabsank und die Infusion mit der atmosphärischen Luft des Kölbchens in Berührung trat; aber auch hier zeigten sich keine Infusorien."

Schwann schlofs aus diesen sinnreichen Versuchen auf die Nichtexistenz der Gen. aequivoca, über welche Schlufsfolgerung einige Teilnehmer der Naturforscher-Versammlung ihre Zweifel aussprechen zu müssen glaubten.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dafs in einer gut verschlossenen Glaskugel, die mit atmosphärischer Luft gefüllt ist und aufserdem ein wenig einer Infusion von Muskelfleisch enthält, nach dem Erhitzen auf 100° C. innerhalb mehrerer Monate keine Iofusorienbildung und keine Fäulnis stattfindet, und zwar „selbst dann nicht, wenn die Quantität der in der Glaskugel enhaltenen tierischen Substanz so gering ist, dafs an eine vollständige Verschluckung des Sauerstoffs aus der Luft der Glaskugel nicht zu denken ist".

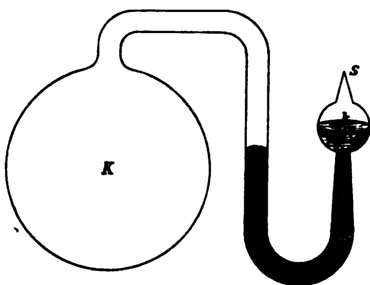



Fig. 13.

Schwann modifizierte diesen Versuch derart, dafs eine Erneuerung der Luft möglich wurde, „doch so, dafs die neu hinzugefügte Luft, wie in den vorigen Versuchen, vorher einer höheren Temperatur ausgesetzt würde". Er veröffentlicht diesen Versuch in einer schon im folgenden Jahre (1837) gebrachten Abhandlung, welche die Dinge, worauf es uns hier ankommt, bereits in der Überschrift hervorhebt: „Vorläufige Mitteilung, betreffend Versuche über die Weingärung und Fäulnis".[1])

„Ein Fläschchen, so lautet es hier, welches einige Stückchen Muskelfleisch enthielt und bis zu einem Drittel mit Wasser gefüllt war, wurde mit einem Stöpsel geschlossen, der von zwei dünnen Glasröhren durchbohrt war. Diese Glasröhren wurden in einer Strecke von ungefähr drei Zoll durch eine leichtflüssige Metallmischung geleitet, welche anhaltend in einer dem Siedepunkt des Quecksilbers naheliegenden Temperatur erhalten wurde." Durch diese Röhren wurde mehrere Wochen lang ein anhaltender Strom atmosphärischer Luft in das Fläschchen geleitet, dessen Inhalt vorher

[1]) Poggendorffs Annal. d. Phys. u. Chem. Bd. 41, 1837. No. 5, S. 184—193.

stark gekocht worden war. Aber „auch in diesen Versuchen, deren mehrere angestellt wurden, zeigte sich nach mehreren Wochen keine Infusorien- oder Schimmelbildung und keine Fäulnis, sondern das Fleisch blieb unverändert und die Flüssigkeit so klar, wie sie nach dem Kochen war".

Bezüglich der Schlufsfolgerungen und der Resultate aus diesen Versuchen äufsert sich Schwann also: „Ich bemerke hier nur, dafs diese Versuche, wenn man sie vom Standpunkte der Gegner der Gen. aequivoca betrachtet, sich so erklären lassen, dafs die *Keime des Schimmels und der Infusorien,* die nach dieser Ansicht *in der atmosphärischen Luft enthalten sind,* beim Ausglühen zerstört werden. Alsdann *mufs die Fäulnis so erklärt werden, dafs diese Keime, indem sie sich entwickeln und auf Kosten der organischen Substanz ernähren, eine solche Zersetzung in dieser hervorbringen, wodurch die Phänomene der Fäulnis entstehen."* Dem Worte „Fäulnis" fügt Schwann dies als Anmerkung bei: „Es kann hier natürlich nur die Rede sein von der gewöhnlichen, bald nach dem Tode eintretenden Fäulnis, . . . nicht von all den mannigfaltigen Prozessen, die man unter dem Namen Fäulnis zusammengefafst hat, z. B. Moderbildung, Braun- und Steinkohlenbildung etc."

Diese Beobachtung leitete Schwann, wie er selber sagt, auf *„Versuche über die Weingärung,* welche geeignet scheinen, den Untersuchungen über diesen Prozefs eine andere Wendung zu geben". Er wiederholte, um die Beziehungen der atmosphärischen Luft zum Eintritt der Weingärung festzustellen, den früheren Versuch etwas verändert mehrmals mit einer Rohrzuckerlösung, die mit Bierhefe vermischt wurde, und er kam dabei zu dem Schlusse, dafs auch bei der Weingärung, wie bei der Fäulnis, „nicht der Sauerstoff, wenigstens nicht allein der Sauerstoff der Luft, sondern ein in der atmosphärischen Luft enthaltener, durch Hitze zerstörbarer Stoff" diese Gärung bewirke und veranlasse. Er fährt alsdann folgendermafsen fort: „Es drängte sich sofort der Gedanke auf, dafs vielleicht auch die Weingärung eine Zersetzung des Zuckers sei, welche durch die Entwicklung von Infusorien oder irgend einer Pflanze veranlafst werde." Für die Fäulnis stand ihm das, wie wir gesehen haben, schon fest. Er machte sich an die mikroskopische Untersuchung der Bierhefe, bei der sich „darin die bekannten Körnchen, welche das Ferment bilden, zeigten; es sind teils runde, gröfstenteils aber ovale Körnchen von gelblich-weifser Farbe"; ferner sah er dabei eine in allen Stadien verfolgbare Vermehrung der Hefezellen durch Knospung. Schwann beschreibt sodann den uns heute wohlbekannten Pilz, für den er den Namen „Zuckerpilz" vorschlägt, und sagt von ihm: „In ausgeprefstem Traubensafte tritt die sichtbare Gasentwicklung als Zeichen der Gärung ein, bald nachdem die ersten Exemplare eines eigentümlichen Fadenpilzes, den man Zuckerpilz nennen könnte, sichtbar geworden sind. Während der Dauer der Gärung wachsen

diese Pflanzen — das Ganze hat grofse Ähnlichkeit mit manchen gegliederten Pilzen und ist ohne Zweifel eine Pflanze — und vermehren sich der Zahl nach. Wird Ferment, welches schon gebildete Pflanzen enthält, in eine Zuckerauflösung gebracht, so treten die Erscheinungen der Gärung sehr bald ein, viel schneller, als wenn sich diese Pflanzen erst bilden müssen."

Die Ansicht, dafs keine faulige Zersetzung oder Gärung ohne die Anwesenheit organisierter Wesen vor sich gehe, war für Schwann der leitende Gedanke bei seinen Untersuchungen, aus denen er dieses deduzierte: „Der Zusammenhang zwischen der Weingärung und der Entwicklung des Zuckerpilzes ist also nicht zu verkennen, und es ist *höchst wahrscheinlich,* dafs letzterer durch seine Entwicklung die Gärungserscheinungen veranlafst. Da nun aber zur Gärung, aufser dem Zucker, ein stickstoffhaltiger Körper notwendig ist", so wird man sich nach Schwann demnach die Weingärung so vorzustellen haben „als diejenige Zersetzung, welche dadurch hervorgebracht wird, dafs der Zuckerpilz dem Zucker und einem stickstoffhaltigen Körper die zu seiner Ernährung und zu seinem Wachstum notwendigen Stoffe entzieht, wobei die nicht in die Pflanze übergehenden Elemente dieser Körper (wahrscheinlich unter mehreren anderen Stoffen) vorzugsweise sich zu Alkohol verbinden. Aus dieser Erklärung ergeben sich die meisten über die Weingärung gemachten Beobachtungen sehr natürlich".

In diesen Worten ist die Gärungstheorie Pasteurs bereits klar ausgesprochen.[1]) Mit aller Bestimmtheit wiederholt es dann zwei Jahre später (1839) Schwann[2]) und stützt es durch neue Experimente, „dafs diese *Pilze die Ursache der Gärung* sind". „Dafs übrigens die Fermentkügelchen Pilze sind, dafür sind auch alle denkbaren Beweise geliefert. Ihre Form ist die der Pilze, ihre Struktur ist wie die der Pilze, da sie . . ., sie wachsen wie Pilze . . ., sie pflanzen sich fort wie Pilze. . . . Dafs nun diese Pilze die Ursache der Gärung sind, geht a) daraus hervor, weil sie konstant bei der Gärung vorkommen, b) weil die Gärung aufhört durch alle Einwirkungen, wodurch nachweisbar die Pilze getötet werden, namentlich Siedehitze, arsenigsaures Kali etc., und c) weil das den Prozefs der Gärung erregende Prinzip ein Stoff sein mufs, der durch diesen Prozefs

---

[1]) Zu demselben Resultat kommt A. Hiller, Die Lehre von der Fäulnis, Berlin 1879, indem er (S. 371) sagt: „. . . Ich habe die Beobachtungen und Ansichten Schwanns hier wörtlich mitgeteilt, um zu zeigen, dafs die vitalistische Gärungstheorie, deren Aufstellung und Begründung heutzutage gewöhnlich Pasteur zugeschrieben wird, bei Schwann bereits vollständig ausgebildet war."

[2]) Schwann, Mikrosk. Untersuchungen. Berlin 1839. S. 235 ff.

selbst wieder erzeugt und vermehrt wird, eine Erscheinung, die nur bei lebenden Organismen statthat."

Diese Resultate, wonach Fäulnis und Gärung durch von der Luft zugeführte, aber durch Ausglühen derselben zerstörbare mikroskopische Keime von Infusorien und Pilzen eingeleitet werden, welche dann auf Kosten der faulenden oder gärenden Substanz fortwachsen und sich vermehren und so den einmal begonnenen Prozefs unterhalten, — diese Resultate waren in der Tat ein grofser Fortschritt, denn sie entschieden den zwischen Needham und Spallanzani geführten Prozefs zugunsten des letzteren; sie antworteten auf alle Befürchtungen Needhams über die mögliche Alteration der Luft bei den Experimenten Spallanzanis; sie zerstörten endlich die auf die Autorität Gay-Lassacs hin angenommene Meinung über die ursächliche Rolle, welche der Sauerstoff bei der alkoholischen Gärung spielt. —

Gleichzeitig mit Schwann hatte der französische Physiker Charles Cagniard-Latour (1777—1859) den Zuckerpilz entdeckt und das Wachstum der Hefe beobachtet und beschrieben. Die beiden Forscher wufsten offenbar nichts voneinander,[1]) und so fällt mithin jedem die Ehre und das Verdienst dieser Entdeckung gleichmäfsig zu, was Schwann auch in einem Nachtrag zu seinen „Versuchen über die Weingärung und Fäulnis" und abermals in seinen „Mikroskopischen Untersuchungen", hier mit den Worten: „die von Cagniard-Latour und von mir aufgestellte Theorie der Gärung" für den Franzosen ausdrücklich hervorhebt. Des letzteren Abhandlung war zuerst am 23. November 1836 im Pariser L'Institut erschienen, der Aufsatz Schwanns: „Vorläufige Mitteilung, betreffend Versuche über die Weingärung und Fäulnis" „in den ersten Tagen des Februars 1837 von Herrn Prof. Joh. Müller in Schwanns Namen in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin vorgelesen worden.[2]) Schwann sagt diesbezüglich folgendes: *„Bald danach erhielt ich* das L'Institut vom 23. November 1836, woraus ich ersah, dafs Cagniard-Latour *ähnliche, mir bis dahin unbekannte Beobachtungen* über die Gärung des Bieres gemacht hatte."[3]) Er gibt dann kurz die Hauptsache der von Cagniard damals gemachten Mitteilungen über die Gärung an

[1]) Vgl. hierzu H. Weiland, „Die Gärungserscheinungen", in H. J. Kleins Zeitschrift „Gäa", Bd. 7, Köln und Leipzig 1871, S. 283: „1837 erschienen fast gleichzeitig die wichtigen, *unabhängig voneinander* unternommenen Arbeiten von Cagniard-Latour und Schwann, welche der Hefe ihren Platz unter den niedrigsten Pflanzen anwiesen, die Gärung als einen auf dem Lebensprozesse des Pflänzchens beruhenden Vorgang darstellten, und die somit als *Grundlage für alle späteren Arbeiten* in dieser Richtung gelten können."

[2]) Poggendorffs Annalen Bd. 41, 1837, No. 5, S. 192.

[3]) Ebenda, S. 193.

und fährt fort, wie folgt: „Vor kurzem hat der hochgeachtete französische Gelehrte ein Werk über die Gärung des Bieres herausgegeben, welches aber noch nicht hierher gekommen ist und über dessen Inhalt ich bis jetzt nur aus den politischen Blättern Kenntnis habe. Ich kann daher nicht beurteilen, inwiefern unsere in der Hauptsache übereinstimmenden Ansichten im détail zusammentreffen.“[1]) —

Cagniard-Latour sowohl als Schwann waren somit die ersten, welche bestimmt angaben, dafs die Hefe nicht die Folge, sondern durch ihr Leben die Ursache der geistigen Gärung ist. Doch nehmen wir nun auch, der Vollständigkeit halber und um beiden Teilen gerecht zu werden, von den in Betracht kommenden Beobachtungen und Mitteilungen Cagniards[2]) Notiz.

Diesem Forscher kam es darauf an, zuerst die mikroskopische Untersuchung der Hefe, „desjenigen Stoffes vorzunehmen, welcher die Eigenschaft besitzt, Zucker gären zu lassen“. Diese Untersuchung und Beobachtung führte ihn zu der Erkenntnis, dafs „die Körnchen, aus denen sich der Stoff zusammensetzt, eine kugelige Gestalt haben, . . . dafs diese Kügelchen im allgemeinen einfach, durchscheinend, fast farblos, sphärisch oder sehr wenig länglich und fähig sind, sich zu regenerieren“. Niemals hatte Cagniard an ihnen ortsverändernde Bewegungen wahrgenommen, welche als äufsere Zeichen einer Willenstätigkeit betrachtet werden könnten. „Nun, da Körper von kugeliger Gestalt, d. h. andere als Kristalle in einer schleimigen Flüssigkeit sich vermehren, welche, ohne vorher verändert zu sein, keine Kügelchen entdecken liefs, und da diese Körper keine ortsverändernde Bewegung zu besitzen scheinen, . . . so kann man es für sehr *wahrscheinlich* ansehen, dafs diese Körnchen, *die Hefekügelchen, organisiert sind* und dafs sie, obgleich stickstoffhaltig, *zum Pflanzenreiche gehören.*“ Bezüglich der Dimensionen der Hefe sagt er, dafs der Durchmesser der Kügelchen für gewöhnlich nicht $^1/_{100}$ mm überschreitet; „sie sind zudem meistens von noch geringerer Gröfse, so dafs allein in 1 cmm Hefe, in festem Teige, sich wahrscheinlich zum mindesten eine Million dieser kugeligen Individuen vorfindet“. In der Voraussetzung, dafs die Hefekügelchen die Fähigkeit besäfsen, sich zu reproduzieren, hatte Cagniard, um sich diesbezüglich Klarheit zu verschaffen, verschiedene Versuche angestellt, welche ihn zu mannigfachen Beobachtungen führten, aus denen vorzüglich folgendes resultiert: „Diese Kügelchen haben das Sonderbare, dafs sie die Fähigkeit zu besitzen scheinen, sich durch

[1]) Poggendorffs Annalen Bd. 41, 1837, No. 5, S. 193.

[2]) Cagniard, „Mém. sur la Fermentat. vineuse“, vorgelegt der Acad. des sciences am 12. Juni 1837, veröffentlicht in Annal. de Chim. et de Phys. Bd. 68, 1838, S. 206 ff.

Sprossen[1]) oder durch Verlängerung ihres eigenen Gewebes zu regenerieren und so vielfältige Kügelchen zu bilden imstande zu sein, d. h. zu zwei, zu drei und einige Male in gröfserer Anzahl zusammengefügt, was, wie man sieht, meine Hypothese zu bestärken scheint, dafs die Hefekügelchen organisiert sind und dafs sie zum Pflanzenreiche gehören."

Man hatte Cagniard vorgehalten, dafs die Vermehrung der Hefe bei der Gärung hauptsächlich herrühre von einer Fällung des Pflanzeneiweifses, welches der Biermost enthält. Der Forscher widerlegte aber diese Vermutung durch eine Reihe exakter Versuche, welche ergaben, dafs diese Kügelchen eine Art Pflanzen zu sein schienen, welche nicht durch Entziehung von Wasser zugrunde gingen, weil die an der Luft getrocknete Hefe, selbst während langer Zeit, bekanntlich stets als ein gutes Ferment wirken könne; dafs diese Hefe, obgleich der Einwirkung einer niedrigen Temperatur ausgesetzt, nicht weniger geeignet gewesen, nach der beträchtlichen Abkühlung den Zucker ebenso aktiv zu zersetzen, als gewöhnliche frische Hefe; dafs ferner der Überschufs der Hefe hauptsächlich herrühre gerade von der Reproduktion der Hefekügelchen, d. h. davon, dafs diese Kügelchen in der Flüssigkeit, welche sie enthält, die Nährmittel gefunden haben, welche besonders geeignet waren, diese Regenerierung zu begünstigen; dafs demnach die Annahme, wonach diese Kügelchen sich durch eine Art albuminöser Koagulation gebildet und vermehrt hätten, nicht berechtigt sei. —

Turpin in Paris kam 1838 auf Grund seiner mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen in betreff der Gärung zu diesen Schlufsfolgerungen, welche im Sinne Schwanns gehalten sind:[2]) „Unter Gärung mufs man ein Zusammenwirken von Wasser und lebenden Körpern verstehen, die sich entwickeln und nähren durch Absorption eines Bestandteiles des Zuckers, indem sie daraus Alkohol oder Essigsäure abscheiden; eine rein physiologische Wirkung, welche anfängt und endigt mit der Existenz von Infusorienpflänzchen oder Tierchen, deren Leben erst mit der totalen Erschöpfung der zuckerhaltigen nährenden Materie aufhört, wonach sie sich als schleimiger Absatz oder Hefe am Boden des Gefäfses ansammeln." —

Nach den vorgenannten Forschern stellte Hermann Ludwig Helmholtz[3]) (geb. 1821), der die Sachlage zugleich in klarer Weise auseinandersetzte, Versuche an, die jedoch zum Teil nur als Wiederholungen

---

[1]) „Le bourgeonnement des globules, qui constitue l'importante découverte de M. Cagniard de Latour, se fait . . ." Pasteur, Annal. de Chim. et de Phys. 3ème Sér., Bd. 58, 1860, S. 394.

[2]) Comp. rend. 1838, 2ème sém., No. 8, S. 402.

[3]) Helmholtz, „Über das Wesen der Fäulnis und Gärung". Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Medizin von Joh. Müller, 1843, 5. H., S. 453—462.

der seiner Vorgänger zu betrachten sind. Zunächst zeigte Helmholtz, „dafs geglühte atmosphärische Luft unfähig sei, Fäulnis oder Gärung hervorzurufen“. Derselbe bediente sich bei Anstellung seiner Versuche folgender sehr einfacher Methode: „Ein Glaskolben, der verschiedene organische Substanzen, Teile von Tieren, Fleischstücke, klare Leimlösung oder Traubensaft enthielt, wurde durch einen ganz mit Siegellack überzogenen Kork verschlossen, durch welchen zwei dünne, rechtwinkelig gebogene, dicht nebeneinander verlaufende Glasröhren führten, deren eine in eine enge Spitze ausgezogen, die andere aber horizontal in einem rechten Winkel abgebogen war, um als Saugrohr zu dienen. Nachdem die Flüssigkeit des Kolbens so weit zum Kochen gebracht war, dafs aus beiden Röhren die Dämpfe stark ausströmten, wurde die eine (nämlich die ausgezogene Röhre) durch etwas Siegellack geschlossen und die andere während des Erkaltens des Kolbens durch eine Spiritusflamme an einer Stelle bis zum Glühen erhitzt und . . . gleichfalls mit Siegellack verschlossen. Die dabei eingeströmte Luft war meist bald nach der vollendeten Abkühlung vollständig ihres Sauerstoffs beraubt, wie ich mich durch Untersuchung derselben mittels Phosphors überzeugte.“

Die angewandten Flüssigkeiten waren ganz unverändert geblieben und nur in den klaren Glutinlösungen war ein ganz geringer Niederschlag entstanden; Fäulnis oder Gärung war nirgends eingetreten: dies konnte an dem Mangel von Sauerstoff liegen. „Um nun neuen Sauerstoff hinzuzubringen, erhitzte ich die beiden nebeneinander laufenden Röhren an einer Stelle, öffnete dann beide Enden und sog leise durch das zweite gebogene Rohr die Luft aus dem Kolben aus, wobei von aufsen neue durch die enge Öffnung des ersten langsam einströmte und die erhitzte Stelle desselben passierte. Auf diese Art konnten beliebige Quantitäten Luft in beliebigen Zwischenzeiten hineingeschafft werden. Die einzige Veränderung, die an den organischen Materien sichtbar wurde, war eine geringe Vermehrung des Niederschlags; übrigens waren dieselben selbst in den heifsesten Zeiten des Sommers nach 8 Wochen an Geruch, Geschmack, Ansehen und in ihrem Verhalten gegen Reagentien unverändert; liefs man aber auch nur eine geringe Menge ungeglühter Luft ein, oder war der Verschlufs des Kolbens nicht ganz fest, so entstand meist schon nach 2—4 Tagen Fäulnis in ihren gewöhnlichen Erscheinungen mit Infusorienbildung . . . Mit dem Mikroskop findet man in der durch Fäulnis entfärbten Flüssigkeit eine fein granulierte Masse, welche sich bei 400maliger Vergröfserung als eine Zusammenhäufung kleiner Kügelchen erkennen läfst, und gröfsere stabförmige Tiere, welche sich langsam und um ihre Längenachse rotierend fortbewegen.“

Helmholtz fügt hinzu, dafs man das hier aufgefundene Faktum zunächst nur auf die Zersetzungen der stickstoffhaltigen näheren Organ-

bestandteile der lebenden Wesen beziehen dürfe, namentlich auf die proteinhaltigen und leimartigen Verbindungen, indem andere Stickstoffverbindungen, Harnstoff und Cyanwasserstoffsäure, unabhängig vom Zutritt der Luft auch in verschlossenen und ausgekochten Gefäſsen langsam sich zersetzen.

Diese Versuche widersprachen den althergebrachten Ansichten über die zur Fäulnis und Gärung notwendigen Bedingungen, traten zumal der bekannten Hypothese Gay-Lussacs entgegen und bestätigten im wesentlichen die Theorieen Schwanns und Cagniards. Um aber noch auf eine andere Methode die Einwirkung des Sauerstoffs auf organische Stoffe zu untersuchen, schloſs Helmholtz Fleisch, Leimlösungen, Traubensaft ausgekocht luftdicht ein und bewirkte durch einen mittels Platindrähte durch die Flüssigkeit geleiteten elektrischen Strom eine Wasserzersetzung; aber auch hier war das entwickelte Sauerstoffgas nicht imstande, Fäulnis oder Gärung hervorzurufen.[1]) „Aus diesen Experimenten geht hervor, daſs weder der Oxydationsprozeſs . . . noch die mächtige chemische Bewegung, welche durch den elektrischen Strom hervorgerufen wird, imstande sind, die Fäulnis oder Gärung einzuleiten. Auch kann keiner der gewöhnlichen, durch Siedehitze nicht veränderlichen Bestandteile der Atmosphäre den Anstoſs geben . . . Übrig bleiben nur noch zwei Substrate, denen wir diese Wirkung zuschreiben können, nämlich die in der Luft verbreiteten Exhalationen fauliger Substanzen . . . oder die Keime organischer Wesen . . . Beiden können wir die Fähigkeit zuschreiben, Fäulnis zu erregen.“

Um die Frage zu entscheiden, welches dieser beiden Agentien das wirksame sei, hatte Helmholtz fäulnisfähige Stoffe so abzusperren versucht, daſs der Zutritt selbst mikroskopisch kleiner, fester Körperchen zu ihnen verhindert wurde, nicht aber der von flüssigen oder gasförmigen Stoffen. Diese Absperrung bewerkstelligte er auf rein mechanischem Wege mittels tierischer Blase, da durch chemische Mittel die Trennung beider Agentien nicht gelingen konnte, weil dieselben stets Fäulnis und Leben zugleich zerstören.

Aus den erhaltenen Resultaten bildete er sich die Ansicht, daſs die Fäulnis auch unabhängig von dem Lebensprozesse bestehen kann und nur in der Form von diesem verschieden ist, daſs zu ihrer Einleitung der Zutritt faulender Flüssigkeiten oder Dünste hinreicht, und daſs organische Wesen nur dann entstehen, wenn der Zutritt fester Körper (also auch organischer Keime) vorhanden ist. Dagegen ist „die weinige Gärung an den Zutritt eines festen Körpers gebunden, der durch die Blase zurückgehalten wird, und unter welchem wir uns nur die Hefe denken können, deren vegetabilische Natur nicht mehr zu bezweifeln ist“. —

[1]) Dieses Resultat widerspricht einem Versuche von Gay-Lussac, welcher in unter Quecksilber ausgepreſstem Traubensafte durch den elektrischen Strom Gärung hervorgerufen haben will.

Diese Versuche von Helmholtz sind bemerkenswert. Man könnte zwar, sagt Huppert,[1]) bezweifeln, dafs der Verschlufs durch den Kork im Tubulus und durch die Membran hinreichend dicht gewesen sei, um den Zutritt niederer Organismen vollständig zu verhindern; aber eine mikroskopische Untersuchung wies die Abwesenheit von Infusorien nach. Diese belangreichen Erfahrungen konstatierten vor der Hand, dafs man zwei Arten von Fäulnis, von denen die eine unter, die andere ohne Mitwirkung niederer Organismen vor sich geht, zu unterscheiden hat. —

1846 wies der französische Physiker C. Blondeau zuerst nach, dafs jede Art von Gärung durch eine besondere Spezies von mikroskopischen Organismen bewirkt werde: „Toute fermentation est précédée et accompagnée du developpement d'une quantité innombrable de germes végétaux qui d'abord apparaisent sous forme de globules et qui bientôt se développent . . . Les germes végétaux qui se trouvent unis à la matière organique et font fonction de ferments sont d'espèces très-variées“ (S. 249).[2])

O. Döpping und H. Struve[3]) haben die Versuche von Helmholtz wiederholt, aber zum Teil andere Resultate über die zur Fäulnis und Gärung notwendigen Ursachen, namentlich in betreff der Gärung erhalten: „Aus unseren Beobachtungen glauben wir mit Recht folgenden Schlufs ziehen zu müssen: Die Gärung der Trauben wird nicht durch die Hefezellenbildung bedingt; diese ist nur eine sekundäre Erscheinung, die hervorgebracht wird durch die Einwirkung der Luft auf den Traubensaft“ (S. 275). Aus ihrer Abhandlung geht indes hervor, dafs sie nicht immer die nötigen Vorsichtsmafsregeln innegehalten haben, weshalb es gestattet sein wird, diese Experimente hier zu übergehen.

---

## III.

Während man auf der einen Seite die Vorgänge und Erscheinungen der Fäulnis und Gärung biologisch und vom mikroskopisch-physiologischen Gesichtspunkte zu erklären sich bemühte, wurden dieselben von andern Forschern chemisch genauer verfolgt. Darin nun stimmten beide Teile, Chemiker wie Physiologen, überein, dafs die sog. Zersetzungsprozesse des Lebens beraubter organischer Substanzen keine freiwilligen seien, sondern dafs erst der Zutritt eines andern in der Atmosphäre enthaltenen Agens den Anstofs dazu geben müsse. Da es sich nun fand, dafs dabei ein Teil

[1]) Huppert, a. a. O. S. 6.

[2]) C. Blondeau, „Des fermentations“. Journ. de Pharm. et de Chim. 3ème Sér., Bd. 12, 1847, S. 244—261 und 336—343.

[3]) Döpping und Struve, „Versuche über Fäulnis und Gärung“. Journ. für prakt. Chemie Bd. 41, 1847, H. 5, S. 255—277.

des hinzugetretenen Sauerstoffs sich mit den Bestandteilen der organischen Stoffe verbinde, so glaubten sich die meisten Chemiker, auf die Autorität Gay-Lussacs hin, zu dem Schlusse berechtigt, dafs eben der Sauerstoff durch seine hervorstechende Verwandtschaft zu diesen Stoffen den Anstofs zu den Zersetzungsprozessen gebe und somit die Ursache von Fäulnis und Gärung sei, entweder indem durch Oxydation Substanzen entständen, welche nach Joh. Jac. Berzelius (1779—1848), dem bedeutendsten Chemiker der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, durch *„katalytische Kraft“* — von ihm selbst „vis occulta“ genannt — das Zerfallen der Masse bewirken,[1]) oder indem nach Liebigs mechanisch-chemischer Theorie der Gärung[2]) die *chemische Bewegung,* welche mit der Oxydation (Verwesung) verbunden sei, sich auf die übrigen Atome fortpflanze und sich in diesen bei nicht hinreichendem Sauerstoffzutritt als blofse Metamorphose der Verbindung darstelle.

„. . . Eine bis jetzt nicht beachtete Ursache“, so lautet es Annal. der Phys. u. Chem. Bd. 48 (S. 118), „durch deren Wirkung die Metamorphosen und Zersetzungserscheinungen hervorgerufen werden, die man im allgemeinen mit Verwesung, Fäulnis, Gärung und Vermoderung bezeichnet, — diese Ursache ist die Fähigkeit, welche ein in Zersetzung oder Verbindung, d. h. in einer chemischen Aktion begriffener Körper besitzt, in einem andern ihn berührenden Körper dieselbe Tätigkeit hervorzurufen oder ihn fähig zu maehen, dieselbe Veränderung zu erleiden, die er selbst erfährt.“

„Mit Gärung, Fäulnis und Verwesung“, sagt Liebig in seiner Agrikulturchemie (S. 382), „bezeichnet man im allgemeinen die Form- und Eigenschaftsveränderungen, welche die komplexen organischen Materien erleiden, wenn sie, von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Wasser und einer gewissen Temperatur sich selbst überlassen werden. Gärung und Fäulnis sind Zersetzungsprozesse von der eigentümlichen Art, die wir mit chemischen Metamorphosen bezeichnet haben; die Elemente der Körper, welche in Gärung oder Fäulnis überzugehen fähig sind, ordnen sich zu neuen Verbindungen, und an dieser Ordnungsweise nehmen meistens

[1]) Berzelius hatte unbestimmt schon 1827, genauer 1839 die Fermentationen als durch „katalytische Kraft“ bedingt angesehen. Er bezeichnet damit eine Kraft, deren Wirkung darin besteht, chemische Verbindungen zu zersetzen, und welche verschiedenen Substanzen, die bei dieser Zersetzung chemisch sich nicht verändern, eigentümlich ist.

[2]) J. Liebig, zuerst: Poggendorffs Annal. d. Phys. u. Chem. Bd. 48, 1839, No. 9, S. 106 ff.; dann in späteren Werken: Liebig, Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, Braunschw. 1840, 1. Aufl., 2. Teil; und namentlich in: Liebig, Chemische Briefe, 2 Bde., 3. Aufl., Heidelberg 1851 (die 1. Aufl. erschien 1844).

die Bestandteile des Wassers einen bestimmten Anteil. Die Verwesung ist verschieden von der Gärung und Fäulnis, insofern sie ohne Zutritt der Luft nicht stattfindet, deren Sauerstoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, usw."[1]) —

Nicht unerwähnt bleiben darf folgender Versuch[2]) Eilhard Mitscherlichs (1794—1863): Bei der Zersetzung, welche Traubenzucker und andere Zuckerarten erleiden, bildet sich Kohlensäure und Alkohol . . . „Der Körper aber, der diesen Prozefs bewirkt, und durch den wir ihn bisher haben bewirken können, ist organischer Natur . . . Ohne dafs man weiter auf die verschiedenen Meinungen über diesen Prozefs einzugehen nötig hat, kann man die Tatsachen, worauf es hier wesentlich ankommt, durch bestimmte Versuche sicher ermitteln. Die Hefe besteht aus runden und ovalen Kügelchen, welche so grofs sind, dafs sie durch feines Filtrierpapier nicht hindurchgehen; bringt man etwas von dieser Hefe in ein Glasrohr *R* (Fig. 14), welches unten mit einer Papierscheibe *P* verschlossen ist, und stellt dieses Glasrohr in eine Zuckerauflösung *Z*, so findet während mehrerer Tage nur in dem Glasrohr die Gärung statt, der Zucker tritt durch das Papier hinein, wird dort zersetzt, und der Alkohol tritt heraus und verbreitet sich in der Flüssigkeit; die Flüssigkeit sättigt sich mit Kohlensäure; gasförmige Kohlensäure entweicht jedoch nur aus dem Rohr, aber in grofser Menge; erst wenn nach längerer Zeit das Papier, indem es weich wird, Hefekügelchen durchläfst, beginnt an der Oberfläche derselben der Gärungsprozefs. Dieser Versuch beweist genügend, dafs nur an der Oberfläche der Kügelchen die Gärung vor sich geht."

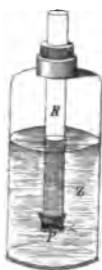


Fig. 14.

Die Versuche Schwanns und die Resultate derselben waren Mitscherlich bekannt; denn a. a. O. S. 393 sagt er: „Nach den Versuchen mehrerer Naturforscher, nach denen von Schulze, Schwann und andern bilden sich diese Wesen nicht, wenn man keine Luft oder nur geglühte Luft zuläfst."

Die Substanzen, welche nach Berzelius durch „katalytische Kraft" wirken und sich chemisch während ihrer Wirkung nicht ändern sollen, nannte Mitscherlich 1841, „nur um den Vorgang zu bezeichnen, Kontaktsubstanzen, und den Prozefs selbst eine chemische Zersetzung oder

[1]) In den neuesten Auflagen dieses Buches sind die Exkurse über Gärung, Fäulnis usw. ausgelassen.

[2]) Monatsber. über d. Verhandl. d. kgl. Akadem. d. Wissenschaft zu Berlin. Dezbr. 1841, S. 392.

Verbindung durch Kontakt".[1]) Die Kausalität der Gärung faſste er also so auf, daſs die Organismen nicht durch ihre Lebenstätigkeit, sondern durch Kontakt wirken. „Die Gärung", sagt Mitscherlich,[2]) „wird durch ein vegetabilisches, die Fäulnis durch ein tierisches Wesen bewirkt". Er deutete dies aber nicht als physiologischen Vorgang, sondern erklärte es durch sein Theorem von der Existenz und Aktion organischer Kontaktsubstanzen. —

„Auch Mitscherlichs Kontakttheorie der Gärung ging über den Charakter einer bloſsen, wenn auch geistreichen Hypothese nicht hinaus und ist nicht geeignet, ein klares Bild von den wirklichen Vorgängen zu schaffen."[3])

Offenbar war durch die Arbeiten der Chemiker in der Erklärung der in Rede stehenden Fragen eher ein Rückschritt, denn ein merklicher Fortschritt gemacht worden.

Namentlich waren es Justus v. Liebig und auf seine Autorität hin viele andere Forscher, welche „als die nächste Ursache der nach dem Tode der Organismen eintretenden Veränderungen die Wirkung betrachteten, welche der Sauerstoff der Luft auf manche ihrer Bestandteile ausübt. Diese Wirkung ist bedingt durch eine gewisse Temperatur und findet nur bei Gegenwart von Wasser statt. Die Frostkälte oder die Siedehitze heben diese Prozesse auf" (15. chem. Brief).[4]) „Die chemische Aktion des Sauerstoffs hört erst dann auf, wenn die Fähigkeit der Elemente der organischen Atome, sich mit Sauerstoff zu verbinden, erschöpft ist. Die chemische Aktion des Sauerstoffs ist ja nichts anderes als das Streben nach Verbindung" (17. Brief). „Die Fortdauer der Zersetzungsprozesse (Fäulnis und Gärung), auch wenn der Sauerstoff, die ursprüngliche Bedingung zu ihrer Entstehung, nicht mehr mitwirkt, zeigt aufs klarste, daſs der Zustand der Umsetzung, welcher in den Elementen eines kleinen Teilchens eingetreten ist, einen Einfluſs ausübt auf die übrigen Teilchen, welche mit dem Sauerstoff der Luft nicht in Berührung gekommen waren; denn nicht bloſs die ersten, sondern auch alle anderen erleiden allmählich dieselbe Zersetzung. Ein jeder Zersetzungsprozeſs, der in einem Teil eines organischen Körpers durch eine äuſsere Ursache beginnt und der sich mit oder ohne deren weitere Mitwirkung durch seine ganze Masse verbreitet, hat den Namen Fäulnisprozeſs erhalten." „Alle der Fäulnis unfähigen Materien heiſsen gärungsfähig, wenn sie die Eigenschaft besitzen, in Berührung mit faulenden Stoffen eine Zersetzung zu erleiden; der

---

[1]) Monatsber. d. Akad. zu Berlin, Dezbr. 1841, S. 396.
[2]) Vgl. ebenda, Febr. 1843, S. 38.
[3]) H. Weiland, a. a. O. S. 217.
[4]) Dritte Aufl., 1851.

Prozefs ihrer Zersetzung heifst jetzt Gärung; der faulende Körper, durch welchen derselbe bedingt ist, empfängt den Namen Ferment." „Nach der Menge des vorhandenen Ferments richtet sich die Zeit der Zersetzung." „In der Fäulnis und Gärung wechseln nicht die Atomgruppen, sondern die Atome in den Gruppen ihren Ort, und es ist diese innere Bewegung in faulenden Körpern, welche einen Ortswechsel der Atome in gärungsfähigen Körpern hervorruft, wenn die Kraft, welche ihre Elemente zusammenhält, kleiner ist als die auf sie einwirkende Tätigkeit, die sie zu ändern strebt" (15. Brief). —

Für die rein chemische Natur der Gärungsprozesse trat auch der französische Chemiker Berthelot ein,[1]) welcher die Notwendigkeit eines organisierten Ferments, das Leben und die Entwicklung der Hefezellen bei der alkoholischen Gärung bestritt und chemische Fermente an ihrer Stelle bei derselben tätig glaubte. „Le développement d'êtres organisés particuliers n'est d'ailleurs nullement nécessaire; . . . des lors la cause de la férmentation paraît résider dans la nature chimique des corps propres à jouer le rôle de ferments" (S. 704). Als ein solches chemisches Ferment, von dem nach Berthelot die Gärung abhängig ist, kann jeder stickstoffhaltige organische Körper tätig sein, auch wenn er nicht organisiert ist und sich einfach als chemische Substanz verhält; die gärungserregende Wirkung desselben scheint daher von der chemischen Beschaffenheit des Ferments und seiner Zersetzung abzuhängen. Diese Wirkung ist ähnlich der fermentativen Wirkung des Emulsins auf Amygdalin (S. 705). —

Bevor ich auf die experimentellen Untersuchungen von H. Schroeder und Th. von Dusch, die nun folgen würden und welche einer ausführlichen Erwähnung verdienen, eingehe, will ich teils rekapitulierend, teils ergänzend noch folgendes hier einfügen:[2]) Es war also, wie wir gesehen, bis zu dieser Zeit bekannt, dafs sich in allen faulenden tierischen und pflanzlichen Substanzen mikroskopische Organismen in ungeheurer Zahl bilden; man hatte auch die Bedingungen, unter welchen sich dieselben entwickeln, bestimmt und gefunden, dafs, sobald eine des Lebens beraubte organische Substanz nur mit ausgekochtem Wasser und ausgeglühter Luft in Berührung kommt, weder Gärung oder Fäulnis, noch Entwickelung von Organismen bemerkt wird, dafs sich solches aber einstellt, sobald auch nur ein Minimum von einem jener Stoffe hinzutritt, ohne vorher die Siedehitze oder starke chemische Agentien, welche ebenfalls die Bedingungen und Ursachen für Fäulnis und Gärung zerstören, passiert zu

[1]) Berthelot, „Sur la fermentation alcoolique". Compt. rend. de l'Académ. Bd. 44, 1857, S. 702—706.

[2]) Das Nachstehende zitiere ich zum Teil nach Helmholtz, a. a. O. S. 454 ff.

haben. Alsdann wurde Schwanns Beobachtung von der vegetabilischen Natur der Hefe von grofser Wichtigkeit, weil die Hefe eine sehr konstante Form darbietet. In Anbetracht der so stetigen Verbindung zwischen den Zersetzungsprodukten und der Entwickelung mikroskopischer Organismen, sowie der Gleichheit der Mittel, durch welche beide Vorgänge zerstört werden, kamen mehrere Physiologen zu der Ansicht, dafs die Zersetzung nur Folge des Lebensprozesses sei, dafs sich jene Organismen von den zersetzten Materien genährt und die Zersetzungsprodukte durch die Sekretion von sich gegeben hätten.

Von vielen der damaligen gröfsten Chemiker wurden jedoch die Fakta, worauf sich diese Ansicht stützt, ignoriert und als physiologische Phantasien betrachtet. Die vegetabilische Natur der Hefe verwarfen sie, sich auf eine Beobachtung Ehrenbergs stützend, wonach auch unorganische Niederschläge sich zuweilen zu rosenkranzförmigen und ästigen Figuren aneinander reihen. Dagegen waren schon bis Anfang der 40er Jahre unseres Jahrhunderts entwickeltere Formen gärungserregender Vegetabilien bekannt geworden, welche keinen Zweifel über ihre vegetabilische Natur liefsen. Gegen die Versuche, durch welche dargetan wird, dafs geglühte Luft unfähig sei, diese Zersetzungsprodukte einzuleiten, äufserte Liebig in seinem bereits zitierten Werke: „Die organische Chemie usw., 1840“, dafs überhaupt tierische Stoffe in reinen Gefäfsen viel langsamer faulen, als in solchen, welche durch organische Reste verunreinigt sind. Es wurde jedoch, wie wir gesehen haben, durch die oben genauer erörterten, ebenso einfachen, als leicht auszuführenden Versuche Schwanns, Helmholtz' u. a. so stringent bewiesen, als überhaupt nur chemische Experimente beweisen können, dafs geglühte Luft vollkommen unfähig ist, Fäulnis und Gärung hervorzurufen. —

H. Schroeder und Th. von Dusch[1]) hatten bei ihren Versuchen die Absicht, die Luft mit allen ihren gasförmigen Bestandteilen auf fäulnis- oder gärungsfähige Substanzen einwirken zu lassen, ohne sie vorher energischen chemischen Eingriffen und starken Reagentien (wie der Filtration durch Säure nach dem Vorgange Schulzes, dem Ausglühen nach dem Verfahren Schwanns) auszusetzen, sie aber möglichst von körperlichen Elementen zu trennen. Sie filtrierten daher die Luft, und zwar wählten sie „als Filtrationsmittel zunächst Baumwolle, weil von ihr

[1]) Die 1. Abhandlung: „Über Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulnis und Gärung, von H. Schroeder und Th. v. Dusch“ erschien Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 89, 1854, H. 2, S. 232—343. — Die 2. Abhandl. mit dems. Titel von H. Schroeder, daselbst Bd. 109, 1859, H. 1, S. 35—52. — Die 3. Abhandl., als Fortsetzung der ersten und zweiten, von H. Schroeder, daselbst Bd. 117, 1861, H. 3, S. 273—295.

bekannt ist, dafs sie ansteckende Krankheitsmiasmen auf ihrer Oberfläche zurückzuhalten und weithin zu verschleppen imstande ist". (1. Abhdl.)

Die beiden Forscher vermuteten, „dafs eine frisch abgekochte organische Substanz in solch gehörig filtrierter Luft gegen den Eintritt der Fäulnis oder Gärung geschützt sein würde". (1. Abhdl.) Der benutzte Luftfiltrationsapparat bestand aus einem Glaskolben, welcher, mit einem vollkommen luftdicht schliefsenden Korke versehen, zur Aufnahme der Probesubstanz (Fleischinfusion, Gärungsflüssigkeit, Malzwürze usw.) bestimmt war. Die Luft wurde in demselben mittels eines mit Wasser gefüllten, als Aspirator dienenden Gasometers gesaugt; ehe sie in den Kolben trat, durchstrich sie erst ein Glasrohr, die sog. „Filtrationsröhre, von etwa 1 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Länge", welches lose mit vorher einige Zeit im Wasserbade erwärmter Baumwolle gefüllt war; aber auch zwischen dem Aspirator und dem Kolben befand sich in einer Glasröhre, dem sog. Saugrohr, eine Schicht Baumwolle. Sonst war der Apparat, wie schon bemerkt, luftdicht. Ehe man ihn in Gang setzte, „wurde die in dem Kolben befindliche Probesubstanz (Fleischbrühe mit Fleisch, Malzwürze etc.) bis zum Kochen erhitzt und so lange im Kochen erhalten, bis alle Verbindungsröhren bis an die Baumwolle im Filtrationsrohre hin heifs geworden waren". (1. Abhdl.)

Schroeder und v. Dusch haben eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, von denen ich einige wichtige hier anführe:

1. „Fleisch wurde in der oben angegebenen Weise mit etwas Wasser in dem Kolben angesetzt; gleichzeitig wurde in einem zweiten Kontrollkolben Fleisch ebenfalls mit Wasser abgekocht und offen neben den Filtrationsapparat hingestellt." (1. Abhdl.)

Hier kurz das Resultat dieses Versuchs: Den ersten Kolben öffneten sie nach 23 Tagen, während welcher Zeit ununterbrochen „filtrierte Luft durch denselben hindurchgesaugt worden war; das Aussehen seines Inhalts war völlig unverändert; es zeigte sich keine Spur von Geruch, beim Erwärmen aber der reine und charakteristische Geruch frischer, ungewürzter warmer Fleischbrühe". (1. Abhdl.)

2. In einem anderen Falle (1. Abhdl.) wurde Fleisch mit Wasser abgekocht und der Kolben noch heifs mit einem losen Baumwollenpfropf versehen, über welchen ein gröfserer Baumwollenwulst übergestülpt und an den Hals des Kolbens mit Seidenschnur befestigt wurde. In diesem letzten Kolben, der „unter Baumwolle"[1]) stehen blieb, mufste schon während der Abkühlung frische Luft durch die Baumwolle nachfiltrieren. Nach

[1]) Damit sollte angedeutet werden, dafs eine Substanz im Glaskolben bis zum Kochen erhitzt, heifs mit Baumwolle lose verpfropft und dann sich selbst überlassen wurde.

24 Tagen wurde dieser Kolben geöffnet; man konnte in ihm „weder Schimmelbildung noch sonst eine auffallende Veränderung der Substanz erkennen; nur schien uns das Fleisch an einzelnen Stellen ein weifslicheres Aussehen bekommen zu haben, wenigstens war uns dasselbe von Anfang nicht aufgefallen. Beim Öffnen zeigte sich die Substanz ohne Geruch; sie entwickelte beim Erwärmen den unveränderten Geruch frischer Fleischbrühe und hatte ebenso den unveränderten Geschmack frischer ungesalzener Fleischbrühe. Sie reagierte, wie frische Fleischbrühe, schwach sauer".

„Das Fleisch und die Fleischbrühe in den offenen Probekolben fing schon in der zweiten Woche an, einen unerträglichen Fäulnisgeruch zu entwickeln und dann in stinkende Fäulnis überzugehen."

Mehrfach wiederholte Versuche derart, in derselben Weise und unter den gleichen Kautelen angestellt, liefsen die beiden Forscher den Schlufs aussprechen, „dafs mit Wasser frisch abgekochtes Fleisch nicht fault, und dafs frisch abgekochte Fleischbrühe während mehrerer Wochen völlig unverändert bleibt, wenn nur solche Luft Zutritt hat, welche vorher durch Baumwolle filtriert worden ist". (1. Abhdl.)

3. Frisch gekochte süfse Malzwürze, mit etwas Hopfen versetzt, welche nur sehr schwach sauer reagierte, erhielt sich im Filtrierapparat 23 Tage lang ganz unverändert: „Die Flüssigkeit war, wie von Anfang, vollkommen klar, . . . von süfsem Geschmack und von schwachsaurer Reaktion, wie vor dem Versuche." (1. Abhdl.)

In der in einem offenen Probekolben aufbewahrten Würze hatte schon nach 8 Tagen Schimmelbildung begonnen, und es hatte sich gleichzeitig die Flüssigkeit getrübt. „Durch diesen Versuch glauben wir (Schroeder und v. Dusch) festgestellt zu haben, dafs . . . eine süfse gärungsfähige Malzwürze durch Wochen völlig unverändert bleibt, wenn nur solche Luft Zutritt hat, welche vorher durch Baumwolle filtriert worden ist." (1. Abhdl.)

4. Schroeder und v. Dusch war es ferner von Interesse, zu erfahren, ob unter gleichen Umständen auch frisch abgekochte Milch unverändert bleiben, ob sie nicht gerinnen und nicht faulen würde. Aber alle im Juni und Juli 1853 angestellten analogen Versuche schlugen fehl, sie „ergaben ein negatives Resultat. Das Gerinnen der Milch trat ebenso schnell ein, wenn sie sich in filtrierter, als wenn sie sich an offener Luft befand . . . Nur die Schimmelbildung auf ihrer Oberfläche war durch die Filtration der Luft vollkommen verhütet". (1. Abhdl.) „Gleichwohl gelang ein andermal der Versuch vollkommen" (2. Abhdl.), und zwar im Sommer 1855.

Ebenso wie die Milch verhielt sich auch Eigelb. „Eigelb, mit Wasser angerührt und gekocht, erhielt sich bei wiederholten Versuchen ‚unter Baumwolle' nicht; es zersetzte sich meist ebenso schnell als an offener

Luft, entwickelte fauligen Geruch und unter dem Mikroskope waren sogar mehrmals Fibrionen wahrzunehmen.“ (2. Abhdl.)

Spätere, hinreichend oft wiederholte Versuche aus dem Jahre 1861 lehrten Schroeder, dafs sich Milch und Eigelb unter denselben Umständen stets vollkommen erhalten, „wenn beides bis zu einer höhern Temperatur als 100° vorher erhitzt oder wenn es längere Zeit bei 100° gekocht und dann heifs mit Baumwolle verpfropft ist“.

Nicht unterlassen will ich, zu erwähnen, dafs Schroeder auch untersuchte, „ob vielleicht das Ozon die Fäulnis einleite“; er setzte es aber durch einen eklatanten Versuch aufser Zweifel, „dafs es das Ozon nicht ist, welches die Fäulnis einleitet“. (2. Abhdl.)

Schroeder stellte später allein noch mit allen möglichen Substanzen, aufser den genannten, Versuche an, wie mit Blut und Blutfaserstoff, mit gewissen Bestandteilen der Milch, als Kasein, Zieger, Molken, ferner mit Kasein in Rohrzuckerlösung, Milchzucker, Krümel- und Rohrzucker, Stärkekleister, Harn usw. Aber seine sämtlichen Versuche lassen sich, seiner eigenen Aussage gemäfs, dahin zusammenfassen, „dafs fast alle organische Körper, . . . bis zum Kochen in einem Kolben erhitzt und heifs mit Baumwolle lose verpfropft, monate- und jahrelang sich selbst überlassen, völlig unverändert bleiben, obgleich die Luft, nachdem sie durch die Baumwolle filtriert ist, ungehinderten Zutritt hat . . . Schimmelbildung tritt niemals ein“. (2. Abhdl.)

Die beiden Forscher glaubten auf Grund dieser Tatsachen annehmen zu müssen, dafs die sog. freiwilligen Zersetzungen organischer Stoffe in zwei Klassen zu scheiden seien, „dafs es freiwillige Zersetzungen organischer Substanzen, welche zu ihrem Beginn lediglich des Sauerstoffs der Luft bedürfen, und dafs es andere Gärungs- und Fäulniserscheinungen gibt, welche mit jenen mit Unrecht in *eine* Kategorie gestellt worden sind, und welche zu ihrem Beginne aufser dem Sauerstoff auch noch jene unbekannten Beimischungen der atmospärischen Luft, eine aktive Substanz, erfordern, welche nach Schwanns Versuchen durch Erhitzen der Luft, nach unsern durch Filtration derselben über Baumwolle aus ihr entfernt resp. zurückgehalten werden können“. (1. Abhdl.)

„Ob man sich unter dieser aktiven Substanz in der Luft schwebende, kleine mikroskopische organisierte Keime im Sinne der bekannten Hypothese Schwanns zu denken habe oder eine bis jetzt unerkannte chemische Substanz, welche durch höhere Temperatur verändert und auf der Baumwollfaser durch Kontaktwirkung ausgeschieden und fixiert wird, mag dahingestellt bleiben.“ (2. Abhdl.)

„Die vorstehenden Versuche sprechen dafür, dafs eine Reihe spezifischer Gärungs- und Fäulniserscheinungen, z. B. die Weingärung, die

Fäulnis des Harns usw., durch spezifische, von der Luft zugeführte miasmatische Keime eingeleitet wird . . . Die nicht erhitzte und nicht filtrierte Luft gibt den ersten Anlafs zu den Gärungs- und Fäulniserscheinungen." (2. Abhdl.)

Schroeder legte sich die Frage vor: „Ist das Fäulnisferment nur als eine chemisch wirkende Substanz oder als die Entwicklung eines tierischen Organismus zu betrachten?" und versuchte dieselbe in seiner Mitteilung (Anhang zur 3. Abhdlg. aus d. J. 1861) über „Natur und Ursprung des spezifischen Fäulnisferments" zu beantworten. Das Resultat war aber dieses: „Eine völlig genügende Beantwortung dieser Frage scheint mir zur Zeit noch nicht möglich."

Über die Frage: „Sind die Keime des Fäulnisferments schon *ursprünglich* in den organischen Substanzen enthalten oder sind diese Keime vor dem Kochen von der Luft zugeführt?" äufsert sich Schroeder auf Grund verschiedener Tatsachen ebendaselbst also: „Mir scheinen alle Umstände dafür zu sprechen, dafs diese Keime schon *ursprünglich* in der Milch, im Eigelb und Fleisch usw. enthalten seien, dafs sie wesentlich zur Substanz derselben gehören. Es ist wahrscheinlich, dafs es Keime infusorischer Bildung gibt, welche in den Organen und Sekreten der Pflanzen und Tiere selbst sich finden und nicht erst durch die Luft denselben zugeführt werden. Es ist wahrscheinlich, dafs es niedere infusorische Bildungen gibt, welche, sei es durch die lebendige Pflanzenzelle, sei es durch das lebendige tierische Gewebe, erzeugt und abgesondert werden, welche bestimmter organischer Funktionen und Umbildungen fähig sind. Sie sind aufzufassen als mit vegetabilischen oder animalischen Funktionen begabte Organisationen, deren Entwicklung keine ursprünglich selbständige, keine von gleichartigen Mutterpflanzen oder von gleichartigen Eltern abstammende ist, sondern nur eine von der Entwicklung selbständig organisierter vegetabilischer oder animalischer Wesen abgeleitete und abgelöste."

„Die von Schroeder angenommene Umbildung der Keime in das Fäulnisferment", sagt Hueppe,[1]) „welches nach ihm ‚nicht, wie die Hefe, vegetabilischer Natur ist', ist sichtlich ein Versuch, seine gegen die Generatio aequivoca gerichteten Resultate auf biologischem Gebiete mit den herrschenden chemischen Fermenttheorien in Einklang zu bringen". —

Im Januar 1858 und Juli 1859 hatte J. H. van den Broek, Prof. der Physik und Chemie an der Militärarzneischule zu Utrecht, der physikalischen und chemischen Sektion der Provinzial-Gesellschaft für Kunst

[1]) F. Hueppe, „Untersuchungen über die Zersetzungen der Milch durch Mikroorganismen". Mitteilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. 2. Bd. Berlin 1884. S. 31.

und Wissenschaft zu Utrecht Resultate seiner Untersuchungen[1]) vorgelegt und mitgeteilt.

In denselben hat er „die Vegetationstheorie für die geistige Gärung“ von neuem und zwar „auf dem kürzesten Wege und in der positivsten Weise“ erwiesen. „Die Gärung des Traubensaftes beruht auf der Vegetation der Hefezellen und ist ausschliefslich an die Entwicklung und das Wachstum dieser Zellen geknüpft; nicht gärender Saft enthält auch keine Hefezellen.“

Er fand ferner, dafs es unter gewissen Kautelen gelingt, frischen Traubensaft, Eiweifs und Eigelb, Galle, arterielles Blut und Urin auch ohne Kochen unzersetzt zu bewahren, wenn nur filtrierte oder geglühte Luft mit ihnen in Berührung kommt, „dafs es von den Bestandteilen der Luft nicht der Sauerstoff, sondern andere Agentien sind, welche die Fäulnis einleiten“.

Über den Anteil, den lebende Wesen an den Fäulnisprozessen nehmen, spricht sich van den Broek sehr bestimmt also aus: „Die mikroskopische Untersuchung der fünf genannten tierischen Substanzen hat mir gezeigt, dafs keine Beziehung zwischen der Fäulnis derselben und der Entwicklung und dem Wachstum der Vibrionen oder anderer mikroskopischer Organismen besteht.“

Jedoch bei genauerer Beachtung des Verfahrens, welches van den Broek bei seinen Untersuchungen anstellte, darf man sich nicht verhehlen, dafs diese mit so vielem Eifer und mit Anstrengung angestellten Versuche nicht mit genügender Umsicht und nicht methodisch angestellt sind. —

Hermann Hoffmann in Giefsen stellte 1860 ebenfalls mehrere Versuche über Fäulnis und Gärung[2]) an, und zwar in der Weise, dafs er den lang ausgezogenen Hals eines Kochkolbens spitzwinklig mehrere Zoll nach unten umbog, so dafs der dem Gesetze der Schwere folgende Staub der Luft in die Flüssigkeit nicht hineinfallen konnte. Und wirklich wurde auf diese Weise die Entwicklung von Pilzen, Hefen, Infusorien und Schizomyceten in vorher ausgekochten organischen Substanzen verhindert. Aus seinen Versuchen resultiert, entgegen van den Broek, „dafs die Gärung unbedingt an die Vitalität gewisser Pflanzenzellen geknüpft ist“. „Aber nicht die Gärung allein, sondern auch die gewöhnlich in der freien Natur vorkommenden Fäulniserscheinungen überhaupt sind an die Ein-

---

[1]) v. d. Broek, „Untersuch. über d. geistige Gärung des Traubensaftes u. über d. Fäulnis tier. Substanzen im frischen Zustande; Versuche über das in der Atmosphäre enthaltene Agens, welches diese beiden Zersetzungen einleitet“. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 115, 1860, 1. H., S. 75—86.

[2]) H. Hoffmann, „Mykologische Studien über die Gärung“. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 115, 1860, 2. H., S. 228—233.

wirkung lebender Zellen gebunden. . . . Bereits vor längerer Zeit hat Schwann dies nachgewiesen und Schroeder neuerdings durch seine bekannten Versuche bestätigt." Seine experimentellen Untersuchungen waren geeignet, zu beweisen, „dafs es in der Tat die lebenden Pilzsporen sind, und nicht etwa beliebige staubfeine Körperchen, welche die (fermentative) Zersetzung veranlassen". —

Bis hierher war also ermittelt worden, dafs es nicht die Luft an sich, nicht der Sauerstoff, was schon Schwann bestimmt angegeben, oder das Ozon (Schroeder) sind, welche die Fäulnis oder Gärung hervorrufen. Die Oxydation gibt keinen Anstofs dazu. Auch die Elektrizität ist ohne Einflufs auf den Eintritt der Zersetzung (Helmholtz). Das Ferment ist aber in der Luft enthalten und wird aus derselben durch Durchleiten der Luft durch Schwefelsäure (Schulze), oder durch Glühen (Schwann), oder durch Filtrieren durch Baumwolle (Schroeder und v. Dusch) entfernt. Substanzen, die nie mit der Luft in Berührung kamen, gehen weder die Fäulnis noch die Gärung ein; aber auf alle Fälle wird der Anstofs zur Zersetzung, welchen die Substanzen aus der Luft erhalten, durch Einwirkung hoher Temperatur vernichtet; in vielen Fällen reicht dazu eine Temperatur von 100° aus, in anderen Fällen ist eine über 100° liegende erforderlich. Stets ist aber die Fäulnis oder die Gärung begleitet von der Existenz mikroskopischer Organismen, für welche Schwann den Namen „Hefezellen" vorschlug, und die er sowohl wie andere Autoren und Forscher nach ihm genauer uns beschrieben; und nur eine gewisse Art von Fäulnis, die sich von der gewöhnlichen unterscheidet, scheint nach Schroeder ohne die Gegenwart von Infusorien vor sich zu gehen.

## IV.

Gleichzeitig mit van den Broek und noch vor dem Erscheinen der beiden letzten Arbeiten von Schroeder hatte Louis Pasteur, Chemiker in *Paris,* angefangen, sich mit dem Studium dieser Vorgänge zu befassen.

Am 30. November 1857 wurde eine Abhandlung von ihm vorgelesen in der Académie des sciences zu Paris mit dem Titel: „Mémoire sur la fermentation appelée lactique."[1]) Offenbar angeregt durch die bisher publizierten Studien von Schwann und Cagniard an — obschon er es nicht sagt — hatte er sich an die Milchsäuregärung gemacht und auch für sie die Anwesenheit einer mikroskopisch eigenartigen Hefe festgestellt. Die Milchsäuregärung, sagt er hier, ist also ebenso gut wie die Alkohol-

[1]) Compt. rend. de l'Académ. Bd. 45, 1857, S. 913.

gärung ein Akt seitens einer stickstoffhaltigen Materie, welche alles Aussehen eines organisierten Körpers hat und wahrscheinlich der Bierhefe sehr nahe steht.

In einer folgenden Mitteilung, betitelt: „Mémoire sur la fermentation alcoolique",[1]) kommt Pasteur zu dem Schlusse, die Hefe zerlege den Zucker infolge ihrer Lebenstätigkeit, indem sie einen Teil der Elemente des Zuckers behufs ihrer Organisation an sich ziehe. Gleichzeitig macht er Mitteilung über den Einflufs der Gärung auf die verschiedene Drehbarkeit der Polarisationsebene durch die Weinsteinsäure.

Die dritte Abhandlung: „Sur la fermentation alcoolique"[2]) bringt die Mitteilung, dafs neben Alkohol und Kohlensäure auch etwas Bernsteinsäure bei der Alkoholgärung auftrete.

Die nächste Arbeit handelt wieder von der Weinsteinsäure: „Mém. sur la fermentation de l'acide tartrique".[3]) Im Eingang nennt der Verfasser seinen Landsmann Cagniard als den Entdecker des organisierten Ferments; von Schwann ist keine Rede. Der übrige Inhalt dieser Abhandlung steht zu unserer Frage nur in losem Zusammenhang.

Es folgt sodann[4]) der Nachweis, dafs das Glyzerin ein konstantes Produkt der Alkoholgärung ist.

In der sechsten Arbeit[5]) wird in Abrede gestellt, dafs die Milchsäure ein regulärer Begleiter der Alkoholgärung sei.

Die siebente Abhandlung trägt die Überschrift: „Nouveaux faits concernant l'histoire de la fermentation alcoolique".[6]) Ihr Hauptresultat ist, dafs sich kein Ammoniak, entgegen den Ansichten vieler Chemiker, bei der Alkoholgärung bilde, und dafs man durch Zufügung von weinsteinsaurem Ammonium die Zerlegung des Zuckers durch die Hefe erheblich beschleunigen könne; es sei also das zugesetzte Salz als Nährmittel für die Hefe anzusehen.

In der nun folgenden Arbeit,[7]) wesentlich eine Ergänzung seiner ersten Abhandlung, gibt er seiner Ansicht in betreff der Gärungserscheinungen Ausdruck, dafs eine grofse Anzahl spezifisch verschiedener, aber schwer isolierbarer Hefen existiert; er berichtet ferner, dafs bei Zutritt der gewöhnlichen Luft zu den Versuchsflüssigkeiten diese sich allemal trübten, und dafs sich ein mit „infusoires" gemischter Niederschlag bildete, dafs aber bei Abschlufs der atmosphärischen Luft oder wenn

[1]) Compt. rend. de l'Académ. Bd. 45, 1857, S. 1032.
[2]) Ebenda Bd. 46, 1858, S. 179.
[3]) Ebenda Bd. 46, 1858, S. 615.
[4]) Ebenda Bd. 46, 1858, S. 857.
[5]) Ebenda Bd. 47, 1858, S. 224.
[6]) Ebenda Bd. 47, 1858, S. 1011.
[7]) Ebenda Bd. 48, 1859, S. 337.

man zuvor ausgeglühter Luft Zutritt gestattete, die Flüssigkeiten unverändert blieben.

Die beiden folgenden Abhandlungen, ebenfalls über die Alkoholgärung,[1]) bieten nichts, was nach dem heutigen Stand der Sache als für die historische Entwicklung wesentlich erscheinen könnte.

Die nächste Arbeit, betitelt: „Mémoire sur la fermentation alcoolique“,[2]) bringt eine Übersicht über das von Pasteur bisher Erreichte.

Alle diese Abhandlungen sind dem Charakter der Mitteilungen der Pariser Akademie gemäfs kurze Briefe, welche dort verlesen wurden. Im Jahre 1860 fafste Pasteur seine Ansichten über die Alkoholgärung in einer 100 Seiten füllenden Abhandlung[3]) zusammen. Sie bietet etwas wesentlich Neues nicht dar, ist aber als Sammelpunkt der bisherigen zerstreuten Stücke für die literarische Benutzung von Interesse. Auf S. 359 erklärt er definitiv die Alkoholgärung für einen Vorgang des Lebens und der Vermehrung der Hefezelle. „Der chemische Vorgang der Gärung“, so heifst es hier, „ist wesentlich eine die Lebensakte der Hefe begleitende Erscheinung; sie fängt damit an und endigt damit; eine Alkoholgärung ohne gleichzeitige Organisation, Entwicklung und Vermehrung von Zellen, d. h. ohne fortgesetztes Leben findet niemals statt“. Die Hefezelle ist mithin das Ferment und die Alkoholgärung eine Arbeitsleistung desselben. „Pasteur betrachtet also die Gärung als einen chemischen Prozess, der einen physiologischen begleite und davon abhängig sei; die Lebensakte des Ferments bedingten das Zerfallen des Zuckeratoms.“[4])

Die an der Alkoholgärung gemachten Erfahrungen führten nun Pasteur — durch seine Untersuchungen zur vollen Überzeugung von der vitalistischen Theorie gedrängt — auch auf das Studium anderer gärungsähnlicher Zersetzungsprozesse. Und auch hier konstatierte er mikroskopisch die Gegenwart niederster Organismen, deren Entwicklung mit dem Eintritt der Gärung beginnt, mit dem Verlauf der Gärung fortschreitet und mit Beendigung derselben aufhört. Er fand zugleich, dafs bei jeder Art von Gärung eine spezifische Art von Organismen auftrat.

Nach allen diesen Untersuchungen gipfelte fortan das Ergebnis der gewonnenen Erfahrungen in folgenden zwei Sätzen: 1. Keine Gärung ohne Organismen. 2. Jede Gärung durch eine bestimmte Art von Organismen.

---

[1]) Compt. rend. Bd. 48, 1859, S. 640 u. 735.

[2]) Ebenda Bd. 48, 1859, S. 1149.

[3]) „Mém. sur la fermentat. alcool.“ Annal. de Chim. et de Phys. 3ème Sér. Bd. 58, 1860, S. 323—426.

[4]) J. v. Liebig, „Über die Gärung u. die Quelle der Muskelkraft“. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 153. Lpzg. u. Hdlbg. 1870. S. 2.

Im nächstfolgenden Jahre (1861) erschien eine zweite gröfsere Abhandlung von Pasteur, 92 Seiten stark.[1]) Sie ist insofern für die literarische Entwicklung der Sache von Bedeutung, als Pasteur in ihr sich bereits stark genug fühlt, Schwann beiseite zu setzen. Dreimal (auf S. 15, 19 und 62) kommt der Ausdruck vor, Schwann habe nur festgestellt, dafs Fäulnis und Weingärung nicht durch den Sauerstoff der Luft oder den Sauerstoff allein bewirkt werde, sondern durch ein unbekanntes Etwas: *„quelque chose d'inconnu"* oder *„un principe inconnu"*, welches durch die Wärme zerstört werde. Selbstverständlich ist, dafs Pasteur für sich das Verdienst in Anspruch nimmt, diesem unbestimmten Etwas Form und Gestalt gegeben zu haben.

Zur besseren Kritik dieses Ausspruchs möge der Leser mit mir einen Blick zurückwerfen auf die Resultate der Arbeiten Schwanns. Auf S. 22 vorliegender Abhandlung lesen wir in betreff der Fäulnis Schwanns Worte: „Die Fäulnis mufs so erklärt werden, dafs die *Keime des Schimmels und der Infusorien,* indem sie sich entwickeln und auf Kosten der organischen Substanz ernähren, eine solche Zersetzung in dieser hervorbringen, wodurch die Phänomene der Fäulnis entstehen." Und in betreff der Gärung äufsert sich Schwann also (S. 97): „Es drängte sich sofort der Gedanke auf, dafs vielleicht auch die Weingärung eine Zersetzung des Zuckers sei, welche durch die Entwicklung von Infusorien oder irgend einer Pflanze veranlasst werde"; ferner (S. 98): „Der Zusammenhang zwischen der Weingärung und der *Entwicklung des Zuckerpilzes* ist nicht zu verkennen, und es ist höchst wahrscheinlich, dafs letzterer durch seine Entwicklung die Gärungserscheinungen veranlasst"; sagt Schwann doch auch im Jahre 1839 auf Grund neuer experimenteller Untersuchungen, „dafs diese *Pilze die Ursache der Gärung* sind" (S. 98).

Es liegt also klar vor unseren Augen, dafs Schwann im Jahre 1837 die Dinge, welche Pasteur 1861 als angeblich „principe inconnu" resp. „quelque chose d'inconnu" bezeichnet, mit der nicht mifszuverstehenden Bezeichnung: „Keime des Schimmels und der Infusorien" und „Zuckerpilz" belegt hatte.

Es mufs uns heute unbegreiflich erscheinen, dafs Pasteur es vermochte, diese Nebelwolke zwischen die Verdienste Schwanns und die seinigen zu ziehen. Aber das Verfahren wirkte. Seit jener Zeit war Pasteur in den Augen der meisten Zeitgenossen der alleinige Entdecker jener kleinsten Wesen, welche Fäulnis und Gärung erregen. Schwann schwieg, wenigstens literarisch, zu dieser merkwürdigen Inszenierung des

[1]) „Mém. sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère." Ann. des Scienc. natur., Partie zoologique Bd. 16. Paris 1861.

Pasteurschen Verdienstes. Vielleicht dachte er, seine Ergebnisse sprächen für sich selbst und seien imstande, das mehrmalige „chose d'inconnu" Pasteurs auf seinen richtigen Wert zurückzuführen; aber wenn dem wirklich so war, so hatte er sich gründlich getäuscht, denn ich könnte hier zahlreiche Beispiele aus der neuesten naturwissenschaftlichen und medizinischen Literatur, sogar Deutschlands, anführen, worin allemal nur von Pasteur und niemals von Schwann als dem Entdecker des Wesens von Fäulnis und Gärung die Rede ist.

Wenn ich nun mit wenigen Worten charakterisieren soll, was eigentlich das wahre Verdienst Pasteurs in dieser Frage ist, so sage ich dies: Pasteur hat die Geschichte der Fäulnis und Gärung mit einer Menge von interessanten Tatsachen bereichert; aber in Beziehung auf die Ursache und das Wesen dieser Zersetzungsprozesse ist ihm nur das Verdienst zuzuerkennen, dafs er die bereits vorhandene und in ihren Grundzügen fertige Lehre, wonach die Luft entwicklungsfähige Keime enthält, welche allein von fäulnis- und gärungsfähigen Substanzen abgehalten zu werden brauchen, um ihre Zersetzung und die Entwicklung von Protorganismen in denselben zu verhindern, in geistvoller und eleganter Weise aufnahm und weiter entwickelte[1]) und sie dem damals noch vorhandenen, namentlich von Liebig und auf dessen Autorität und Ansehen hin von anderen Forschern aufrecht erhaltenen Widerspruche gegenüber mit Erfolg verteidigte.

Liebig vor allen hatte sich von jeher sehr energisch gegen die vitalistische Theorie der Fäulnis und Gärung ausgesprochen; er mochte und wollte nun einmal beim Bestreben, eine Erklärung der Erscheinungen der Gärung und Fäulnis zu geben, wie er selbst bemerkt,[2]) den chemischen Standpunkt nicht aufgeben; er versuchte, die Spaltung der gärungsfähigen Substanz in Berührung mit der Hefezelle rein chemisch zu erklären; Pasteur ging darauf nicht ein, sondern gab als Grund der Gärung einen Lebensakt der Hefe an.

Im 19. Briefe seiner „Chemischen Briefe" sagt Liebig, dafs die Ansicht einiger Naturforscher und namentlich vieler Physiologen und Ärzte, welche gewisse vitale Tätigkeiten oder Lebensäufserungen als die Ursache der Fäulnis und Gärung betrachteten, der Erwähnung kaum wert wäre, „wenn sie nicht die Grundlage ganz falscher Vor-

---

[1]) In gleichem Sinne sagt Hiller, a. a. O. S. 372, dieses: „Wir finden also die vitalistische Theorie der Alkoholgärung bereits vollkommen vorbereitet (scl. durch Schwann), als Pasteur im Jahre 1857 seine denkwürdigen Untersuchungen begann, durch welche er diese Lehre nochmals in allen Teilen fest begründete und zugleich wesentlich erweiterte."

[2]) Liebig, a. a. O. S. 2.

stellungen über das Wesen des Lebensprozesses überhaupt und namentlich mancher pathologischer Zustände und gewisser Krankheitsursachen abgäbe". . . . . „Sie betrachten nämlich die Gärung oder das Zerfallen höherer organisch-vegetabilischer Atome in einfachere Verbindungen als die Wirkung der Lebensäufserungen vegetabilischer, die Fäulnis oder denselben Vorgang in Tiersubstanzen als bedingt durch die Entwicklung oder die Gegenwart tierischer[1]) Wesen."

„Ist es denkbar", erwidert Liebig auf diese Ansicht, „Pflanzen und Tiere als Ursachen von Wirkungen anzusehen, als Vernichter und Zerstörer von Pflanzen- und Tierleibern, wenn sie selbst und ihre eigenen Bestandteile den nämlichen Zerstörungsprozessen unterliegen?"

„Es ist unmöglich, sich dieser Ansicht hinzugeben, wenn man bedenkt, dafs die Gegenwart mikroskopischer Tiere in faulenden Stoffen ganz zufällig ist, dafs man ihr Erscheinen meistens durch Ausschlufs des Lichtes verhindern kann, dafs diese Stoffe in Fäulnis und Verwesung ohne alle Mitwirkung derselben versetzt werden können."

Bezüglich des letzteren Punktes, des Nichtvorhandenseins von Mikroorganismen bei den Zersetzungsprozessen, beruft sich Liebig unter anderem auf die Resultate der Versuche von Döpping und Struve; was aber von deren Experimenten zu halten ist, darüber habe ich auf S. 104 Aufschluss gegeben.

Pasteur gegenüber sagt Liebig,[2]) dafs er die Forschungen der Mikroskopiker im Gebiete der Gärungs- und Fäulnisprozesse wieder auf den alten ziellosen Pfad gelenkt habe, da man nämlich „dahin gekommen sei, das Allgemeine, d. i. die Erscheinungen, die allen diesen Vorgängen gemein sind, gar nicht mehr zu sehen und ganz aufser acht zu lassen; die Arbeiten haben sich in die Aufsuchung von lauter Einzelheiten zersplittert; man ist dahin gekommen, in einem jeden dieser zahllosen Prozesse eine besondere Ursache aufzusuchen; und für die meisten derselben hat man in der Tat für jeden eine besondere Pilzspezies oder auch ein Tier aufgefunden, ebenso für manche Krankheiten; und der Höhepunkt, den wir glücklich erreicht haben, ist der, dafs wir gar nicht mehr begreifen, wie diesen Feinden gegenüber die organische Welt noch fortbesteht.

Es wird wohl niemand den Nutzen mikroskopischer Beobachtungen bestreiten wollen; aber man sollte doch endlich zur Einsicht kommen, dafs man Ursachen, auch mit dem Mikroskope, nicht sehen kann." —

G. Hüfner, ein Anhänger Liebigs, äussert sich also:[3]) „Die ausgedehnten und sorgfältigen Untersuchungen Pasteurs über das Vorkommen

---

[1]) Schwann sagt nur: „Keime des Schimmels und der Infusorien."

[2]) Liebig, a. a. O. S. 44.

[3]) Journ. f. prakt. Chemie, N. F., Bd. 5. Lpzg. 1872. S. 372 ff.

organisierter Keime in der Atmosphäre, seine Versuche über Alkohol-, Essig-, Buttersäure- und andere Gärungen haben es wahrscheinlich gemacht, dafs eine Reihe sog. Gärungen mit ihren spezifischen Produkten nichts sind als die Vorlaufsbilder vom Stoffwechsel einer Reihe verschiedener mikroskopischer Organismen. — Aber man ist weiter gegangen. Man hat selbst in den durch „tote Materie“ bedingten Zersetzungsprozessen eiweissartiger Stoffe nur die Lebensäusserungen niederer Organismen erblickt und es geradezu als ein Dogma proklamiert, dafs kein sog. Gärungsvorgang eintreten und ablaufen könne ohne die Gegenwart und die Weiterentwicklung ‚organisierter‘ Materie.“ Über die Art und Weise, wie der Akt der Fermentation ermöglicht werde, spricht sich Hüfner auf S. 388 aus: „Wie die höheren und komplizierteren, so werden höchstwahrscheinlich auch die einfachsten Organismen in ihren Leibern, sei es in den Hohlräumen von Zellen, sei es in deren Wandungen, Substanzen enthalten, die als Fermente, d. h. als mit katalytischen Kräften begabte Körper, wirksam sind, an deren ununterbrochenen Besitz und an deren stete Integrität und Wirksamkeit vielleicht das Leben jener einfachen Geschöpfe unzertrennlich geknüpft ist.“ —

F. Hoppe-Seyler glaubte stets gleich Liebig die Zersetzungsprozesse der Fäulnis und Gärung vom chemischen Gesichtspunkte aus erklären zu können. Er machte den Versuch, die chemische Gärungstheorie aufrecht zu halten, ohne der pilzlichen geradezu widersprechen zu müssen. Er unterschied demnach die chemisch wirkenden Fermentstoffe von den Hefekeimen. In seiner Abhandlung: „Über Fäulnisprozesse und Desinfektion“[1]) lesen wir: „Die Untersuchungen anderer Forscher wiesen nach, dafs in gärenden, sowie in faulenden Flüssigkeiten stets lebende Organismen gefunden wurden, dafs die Keime derselben aus der Luft in die gärungsfähigen Flüssigkeiten gelangen konnten, dafs man Fleisch und andere leicht zersetzliche Substanzen lange, ohne üblen Geruch zu finden, aufbewahren könne, wenn die hinzutretende Luft durch Filtration von den Keimen niederer Organismen befreit wäre. Nachdem in dieser Richtung bereits manche deutsche Arbeiten, z. B. von Schroeder und v. Dusch[2]) darauf hingewiesen hatten, dafs Beimengungen der Luft von Einflufs auf Gärungen und Fäulnisprozesse seien, wurde besonders durch die ausgedehnten Untersuchungen von Pasteur[3]) die Ansicht ziemlich allgemein herrschend, dafs niedere Organismen und Keime derselben, welche die atmosphärische Luft in gröfserer oder geringerer Menge enthält,

[1]) Hoppe-Seyler, Medizinisch-chemische Untersuchungen. Berlin 1871. 4. H., S. 561.

[2]) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 89, 1854, S. 232 ff.

[3]) Ann. de Chim. et de Phys. 3ème Sér., T. 64, 1862. S. 5.

die Ursachen der genannten Prozesse seien, und sie gewann um so gröfseres Vertrauen, als sehr oft wiederholte und auf das Mannigfaltigste modifizierte Versuche älterer bis neuester Zeit übereinstimmend erwiesen, dafs die Alkoholgärung an das Leben der Hefenzellen geknüpft sei. Pasteur beschreibt und bildet ab die Hefe der Milchsäuregärung, der Fäulnis des Harns und anderer ähnlicher Prozesse, und jeder, der sich die Mühe nahm, gärende oder faulende Flüssigkeiten zu untersuchen, fand darin Organismen, kein Wunder also, dafs alle diesen Lehren entgegenstehenden Untersuchungsresultate als falsche angesehen wurden."

„Schröder und Dusch hatten angegeben, dafs die milchsaure Gärung auch in filtrierter Luft eintrete; ich fand,[1]) dafs Milch, die in einer reinen Glasröhre in der Weise aufgefangen war, so dafs sie gar nicht an die Luft kam, dann darin eingeschlossen blieb, ebenso schnell gerann, als die zu gleicher Zeit gemolkene Milch, die der Luft ausgesetzt gewesen und bei derselben Temperatur aufbewahrt war. Diese Resultate wurden später nicht beachtet; Pasteur hatte ja das organisierte Ferment gesehen, und dies genügte, um alle entgegenstehenden Angaben als unrichtig zu verdammen. Zwar gab man wohl allgemein zu, dafs die Einwirkung der Organismen als Gärungserreger immerhin nur eine chemische sein könne, aber man hielt es von vornherein nicht für möglich, das Ferment von dem Organismus zu sondern, vielmehr den ganzen lebenden Organismus zur Einleitung des Gärungs- oder Fäulnisprozesses für unbedingt erforderlich. von Liebig hat vor kurzem die Mängel der Untersuchungen von Pasteur nach einigen Seiten hin scharf beleuchtet;[2]) er hat die Notwendigkeit der Hefeorganismen für die Bildung von Alkohol aus Zucker anerkennen müssen, aber konsequent sich bestrebt, soweit dies ausführbar, bei den Gärungen die Einflüsse der Organismen auszuschliefsen, und es kann nicht zweifelhaft sein, dafs dieser Weg allein zur gründlichen Kenntnis der Gärungsprozesse führen wird. Pasteur mag vollkommen recht haben, dafs die kleinen Zellen, welche er als die Hefe der milchsauren Gärung, nämlich der Bildung von Milchsäure aus Milchzucker beschreibt, wirklich diesen Prozefs einzuleiten und weiterzuführen imstande sind; es mag in denselben das für diese Umwandlung erforderliche Ferment enthalten sein; meine mehrmals wiederholten Versuche zeigen aber, dafs die Milch, wenn sie gar nicht an die Luft kommt, doch sauer wird und gerinnt, das Ferment mufs also in der Milch bereits vor dem Hineinfallen der Hefekeime vorhanden sein und durch die Prozesse, welche bei der Laktation vor sich gehen, gebildet werden."

[1]) Virchows Archiv Bd. 17, 1859, S. 417.

[2]) Hoppe-Seyler meint hier Liebigs Arbeit: „Über Gärung etc." Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 153, 1870.

In seinem Aufsatze: „Über die Prozesse der Gärungen und ihre Beziehung zum Leben der Organismen“[1]) betont Hoppe-Seyler die Notwendigkeit der Trennung der Fermente und der durch sie bewirkten Prozesse von dem Leben und Wachstum der Organismen, indem er sagt: „Die Vorgänge, welche als Fäulnisprozesse zusammengefafst werden können, sind Gärungen und sind als solche angesehen schon im vorigen Jahrhundert; in neuerer Zeit hat man weniger sich mit der Untersuchung und Vergleichung dieser Prozesse als mit Spekulationen über die Fermente beschäftigt und hierdurch die natürlichen Schwierigkeiten künstlich noch vergröfsert, besonders indem das Leben niederer Organismen mit bestimmten Gärungen identifiziert und verschiedene neben- und nacheinander verlaufende Prozesse als untrennbares Ganze behandelt wurden. Es ist leicht ersichtlich, dafs dies Verfahren die physiologische Chemie geradezu negiert und eine biologisch-botanische oder zoologische Betrachtung zur allein herrschenden macht. Gegen diese Bestrebungen hat v. Liebig[2]) entschieden protestiert; ich habe gleichfalls . . . nachzuweisen versucht,[3]) wie wenig berechtigt dieselben sind.“

Noch in seinem Werke: „Physiologische Chemie, Berlin 1881“ trat Hoppe-Seyler für die Liebigsche Theorie gegen die Ansicht von Pasteur ein, indem er daselbst auf S. 115 sagt: „Liebig hat die Unhaltbarkeit und Schädlichkeit der Pasteurschen Anschauungen sehr klar dargelegt; dennoch fanden seine Deduktionen wenig Gehör, wenn auch bezüglich einiger Fermente die Unabhängigkeit von der Fortdauer des Lebens nachgewiesen wurde.“[4]) Und auf S. 122 daselbst heifst es: „Ferment, welches Fäulnisprozesse hervorruft, findet sich in den niedrigsten Organismen, Mikrokokken, Bakterien etc. und findet sich vorgebildet auch in den Organen höherer Tiere, wahrscheinlich allgemein auch in den Pflanzen.“ —

Endlich sei hier noch die von M. Traube[5]) und J. P. Dahlem[6]) besonders vertretene Theorie erwähnt, wonach bei den Gärungen Wasserstoffsuperoxyd, bezw. aktiver Sauerstoff auftritt und den zu vergärenden Körper spaltet. —

---

[1]) Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XII, 1876, S. 5.

[2]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 153, 1870, S. 1.

[3]) Med.-chem. Untersuchungen. Tübingen 1871. 4. H., S. 561.

[4]) Hoppe-Seyler, Med.-chem. Untersuchungen. Berlin 1871. 4. H., S. 561. — Ders., Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XII, 1876, S. 1ff. — Ferner: G. Hüfner, Journ. f. prakt. Chem., N. F., Bd. 5, 1872, S. 372.

[5]) Traube, „Theorie der Fermentwirkungen“. Berlin 1858; nebst einer bis in unsere Zeit fortgesetzten Reihe kleinerer Abhandlungen, meist in den Berichten der deutschen chem. Gesellschaft zu Berlin.

[6]) Arch. f. Anat., Phys. u. wissenschaftl. Med. 1875, S. 744.

Für uns nun liegt die Sache heute so:

Es gibt einmal Zersetzungen organischer Körper, welche in ihren Endprodukten den durch Fäulnis und Gärung herbeigeführten ganz ähnlich oder gar gleich sind, jedoch durch Erhitzen mit verdünnten Säuren oder Alkalien oder durch Behandlung mit überhitztem Wasserdampf ausgeführt werden. Als Beispiele nenne ich: Stärke wird Zucker; Harnstoff wird Ammonium-Karbonat; Hippursäure wird Benzoësäure.

Es gibt eine zweite Reihe von Zersetzungen genannter Art, welche durch organische Fermente erregt werden, die offenbar keine Spur von Leben mehr enthalten: Stärke wird Maltose und Dextrin durch Diastase; Amygdalin wird Benzaldehyd, Zucker und Blausäure durch das Emulsin; Eiweifs wird Leuzin und Tyrosin durch Trypsin. Sehen wir uns diese Fermente nach ihrem Herkommen an, so sind sie alle die Produkte lebender Zelltätigkeit von Pflanzen und Tieren.

Endlich gibt es solche Zersetzungen, welche sich nur vollziehen durch den Einflufs der *lebenden* niedersten Organismen. Ich habe deren im Laufe dieser Abhandlung zur Genüge angeführt: Die gewöhnliche stinkende Fäulnis stickstoffhaltiger Materien entsteht unter Einwirkung von Bakterien; das Ferment der Alkoholgärung ist die pflanzliche Hefe; die Milchsäuregärung ist ein Akt seitens „eines der Bierhefe sehr nahe stehenden organisierten Körpers (Pasteur)“.

Die grundlegenden Entdecker der letztgenannten Vorgänge sind Fr. Schulze, Th. Schwann und Cagniard-Latour, 1836—1837; der erfolgreichste Verteidiger und Förderer des Entdeckten ist L. Pasteur von 1857 an. – –

## VII.

# Benno Scharl und die Ansichten der Praxis über Bierhefe und Gärung vor dem Jahre 1836.

Seit der Veröffentlichung der ersten Arbeiten von Schwann, Cagniard-Latour und Kützing über Hefe und Gärung gewann die Ansicht auch in den Kreisen der Praktiker immer mehr an Boden, dafs Hefe und Gärung wie Ursache und Wirkung zusammengehören; durch Pasteurs später erfolgte Untersuchungen, durch welche im übrigen der Begriff der Gärung eine Erweiterung erfuhr, wurde jene Überzeugung hinsichtlich jeder Art der gewerblichen alkoholischen Gärung nur noch fester begründet. Als daher E. Buchner vor einigen Jahren mit seiner glänzenden Entdeckung der Zymase plötzlich auf dem Plane erschien und eine Gärung ohne Hefezellen für möglich erklärte, standen Praktiker und Theoretiker der neuen Tatsache einigermafsen ungläubig gegenüber; doch dem nachprüfenden Experimente sollte es binnen kurzem gelingen, die Zweifel fast aller wissenschaftlichen Forscher zu beseitigen und die alte vitalistische Gärungserklärung für nichtig zu erklären. Damit war nun zwar die Verbindung von Hefe und Gärung theoretisch geschieden, für die Gewerbe aber ist sie bis heute unlösbar geblieben. Vor 70 bis 100 und mehr Jahren ging man z. T. in der theoretischen Isolierung eigentlich noch weiter; man betrachtete die Gärung wie eine selbständige chemische Erscheinung, bei welcher die Hefe nebensächlich auftritt und von der Gärung wie der Staub von dem Wind dahergetragen wird. „Die Hefen“, sagt Krünitz,[1]) „sind dasjenige bei einem flüssigen Körper, was durch die Gärung in die Höhe getrieben wird und sich hernach zu Boden setzt“. Also eine förmliche Umkehrung der Rollen für Hefe und Gärung zwischen damals und später, wenngleich nicht immer konsequent durchgeführt.

In offenbarem Widerspruch mit dieser untergeordneten Bedeutung, welche man der Hefe ehemals zuschrieb, und trotzdem man die Möglichkeit

---

[1]) Ökonomische Encyklopädie von Johann Georg Krünitz, 5. Teil, 1775, Artikel Bierbrauen; 1778, 15. Teil, Artikel Gärung; 1781, 22. Teil, Artikel Hefe. Wir folgen diesem zuverlässigen Führer durchaus.

der Gärung und besonders deren Beginn ohne die Gegenwart von Hefe in zuckerhaltigen Lösungen für selbstverständlich hielt, benutzte man die Bierhefe mit wenigen Ausnahmen immer, um die gewünschte Gärung von vornherein in kräftigen Zug zu bringen. Von jeher wurde auch zwischen Unter- und Oberhefe, zwischen Bottich- und Faſshefe und wieder zwischen Spund- und Faſsbodenhefe unterschieden. Nach Krünitz sind die Bottichhefen die kräftigsten, weil sie sich noch nicht abgearbeitet haben und voll von den edelsten Teilchen stecken, die einem Biere eine gute Art geben können; aber auch die Spundhefe, deren ersten Ausstoſs man indessen völlig beseitigte und den Hutmachern zum „Stärken" der Hüte überlieſs, schätzte man, jedoch zur Faſsbodenhefe hatte man nur bedingungsweise Zutrauen, wenn sie ganz frisch war und das Bier nach dem Ausgären bald vom Fasse gezogen war. Diese dreisprossige Stufenleiter entspricht wohl einem der von Delbrück aufgestellten Gesetze der natürlichen Reinzucht, wonach die Auftriebbewegung der Hefe im Bottich am wenigsten gehindert und die Auswahl einer „Kernhefe" am ehesten möglich ist, während die Spundhefe infolge gehemmter Auftriebfreiheit eine reinliche Sonderung der kräftigsten Oberhefe hindert und die Faſsbodenhefe das Produkt einer unterdrückten, d. h. nicht zustande gekommenen natürlichen Reinzucht darstellt.

Die Stellhefe sollte frisch, rein, leicht, kräftig riechend, nicht sauer und von gutem Geschmack sein; der Hefe des Weiſsbieres wurde vor derjenigen des Braunbieres der Vorzug gegeben. Je besser die Hefe, desto edler das Getränk; ein sonst schlechtes Bier wird zu einem auſserordentlich guten, wenn die Hefe von einem köstlichen Biere stammt. Sogar mit nicht saurer Weinhefe probierte man es, indem man einen Teil der Bierhefe durch die Hefe von schwerem ungarischen Süſswein (Sekt) ersetzte. Daſs die Hefe von Zeit zu Zeit gewechselt werden muſste, war eine damals schon alte Regel, falls nicht „unsere Brauerei sich bis auf den untersten Grad herunter sich verschlimmern" sollte; lieber sich eine künstliche Hefe selbst bereiten und niemals Hefe von schlechtem Biere nehmen. Die Annahme, Hefe sei ein Auswurf, eine Unreinigkeit, ein Unrat, wurde von den Brauern verworfen, sie sei vielmehr ein Mengsel der edelsten und kräftigsten Teile, die eine Flüssigkeit in Bewegung setzen und der Flüssigkeit etwas von ihrer Art mitteile. Je übereilter und unvollkommener die Gärung, desto mehr Hefe entstünde, und zwar insbesondere Unterhefe, deren Menge einen direkten Schluſs auf die schlechte Beschaffenheit des Getränkes gestatte.

Die Würze wurde, namentlich im Sommer, so schnell als möglich durch Verbringung in einen groſsen, flachen Bottich oder in verschiedene kleine, flache Gefäſse abgekühlt; die Temperatur der Würze beim Hefegeben hielt man für sehr wichtig, stellte sie aber „allgemein durch das Hineinstecken der Hand bis an den Ellenbogen" fest. Die Benutzung des

Thermometers war eine Seltenheit. Von zu wenig Stellhefe befürchtete man als Folge eine unvollkommene Gärung, nicht scharfes, d. h. kohlensäurearmes und nicht „geistreiches“, hefetrübes Bier; zu viel Hefe sollte eine „heftige, übersteigende“ Gärung bewirken. Das Herführen der Hefe wurde für zweckmäſsig gehalten. „Es ist gut“, sagt Krünitz, „wenn man vorher die Hefen durch einen Zusatz von Weizenmehl, etwas Zucker und etliche Kannen Würze bei gelinder Wärme in Arbeit gesetzt hat, welches kaum $^1/_4$ Stunde vorher geschehen muſs, damit die ganze Masse der Würze durch die kalten Hefen nicht noch mehr abgekühlt, zugleich aber auch der Ausbruch der Gärung desto sicherer befördert werde.“

Um die Hefe lange aufzubewahren, trocknete man sie, indem man sie in Tücher schlug und damit in Asche legte, welche die Feuchtigkeit herauszieht; auch preſste man sie wohl mittels Kelter aus. Aus dem erhaltenen Hefeteig formte man dünne Kuchen und trocknete sie auf Horden an der Sonne oder bei gelinder Ofenwärme; hierauf zerrieb man sie und hob sie in einem Säckchen auf, welches an freier Luft aufgehängt wurde. von Justi (vgl. auch S. 136 dieses Buches) hielt es aber für besser, die Hefe in eine steinerne Flasche zu tun, diese zu verpichen und an einem schattigen Ort einige Ellen tief in die Erde zu vergraben oder in einen kühlen Brunnen zu versenken. Nach einem anderen Rezepte füllte man die „frisch auf dem Bier aufgeworfene Hefe“ in eine Flasche, bis auf drei Finger breit voll; nachdem sich die Hefe abgesetzt hatte, füllte man die Flasche mit gutem Baumöl auf, verkorkte sie oder aber verschloſs sie mit naſs gemachter Blase, in die man eine Stecknadel einführte, um dem Platzen vorzubeugen. So zubereitet und an einem kühlen Orte aufbewahrt, sollte sich die Bierhefe viele Wochen lang halten.

Wie schon angedeutet, erzeugte sich der Brauer oder der Hausvater die erste Hefe selbst. Bereits Glauber und Kunkel hatten Anweisungen dazu gegeben; wahrscheinlich waren aber die von ihnen angegebenen Mischungen uralte, etwas aufgeputzte Hausmittel; Gemenge von Wasser, Hopfen, Salpeter und Getreidemehl, auch wohl Honig, Zucker oder Malzwürze waren es, welche nach dem Kochen zu einem Brei oder Teig verarbeitet wurden, der bis zur Selbstgärung sich selbst überlassen wurde. Ähnlicher Mittel bediente man sich, wie Liebig s. Z. mitteilte, in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts namentlich am Rhein, um sie als Triebmittel zum Backen im Haushalte zu verwenden.

Über den Begriff „Gärung“, wissenschaftlich betrachtet, haben sich die früheren Brauer die Köpfe nicht zerbrochen, sondern sie folgten, sofern sie überhaupt Interesse für diese Frage hatten, der Theorie von Stahl, welcher, wie später auch Liebig, die Gärung für eine innere Bewegung der feinsten Teilchen erklärte, die eine neue Gruppierung derselben unter Bildung neuer Produkte zur Folge hat. Wie der Hefe

selbst, so schrieb man allen vegetabilischen Säften, besonders den Fruchtsäften die Fähigkeit zu, in sich eine Gärung zu erregen und, mit anderen Säften in Berührung gebracht, diesen einen Stofs zu versetzen, so dafs diese selbst in eine innere Bewegung geraten, d. h. gären. Nach den Produkten der Gärung unterschied man drei Arten, nämlich die weinhafte oder geistige Gärung, die Essiggärung und die faulende Gärung oder Fäulnis. Trotzdem verzeichnete man es als eine verwunderliche Tatsache, dafs in gewissen Städten, wie z. B. in Ruppin, die Würze in den Gärbottichen nur einmal in Gärung versetzt zu werden brauchte und dann in allen folgenden Fällen die Würze darin, ohne Hefezusatz, von selbst in Gärung geriet. Sorgfalt bei der Reinigung der Gärgefäfse wurde zwar streng anbefohlen, aber es wäre doch wohl, besonders in Ruppin, gemäfs Stahls Vorschlag zweckmäfsig gewesen, wenn man zum Schwefeln der Gärgefäfse gegriffen hätte, denn an eine beabsichtigte Selbstgärung, etwa zur Erzielung eines eigentümlichen Bieres, wie das in Belgien heute noch Sitte ist, darf man dabei nicht denken. Indessen nicht nur zur Desinfektion der Gärgefäfse, sondern auch als wirklichen Zusatz zu dem gärenden Biere wurde die schweflige Säure empfohlen, und zwar von dem anonymen Verfasser des „chymischen Lehrbegriffs“, welcher auch noch bei Hermbstädt im Anfange des vorigen Jahrhunderts in hohem Ansehen stand. Die Art und Weise, wie nach dem „chymischen Lehrbegriff“ die schweflige Säure konzentriert werden sollte, ist höchst interessant, doch gehört die nähere Darlegung nicht hierher. Die Absicht, „der Gärung eine glückliche Wendung zu geben“ mittels eines Pilzgiftes mutet jedenfalls ganz modern an, und man möchte dazu bemerken, „alles schon da gewesen“; ein solches Mittel „mit einer gärenden Materie vermischt“, sagte man sich, „hemmt zwar einigermafsen die Bewegung, macht sie aber auch vollkommener und die Flüssigkeit wird dadurch geisthafter“. Der Verfasser des „chymischen Lehrbegriffs“ hat auch bereits erkannt, dafs der Vorschlag Glaubers ein ausgezeichneter ist, die Säurebildung während des Maischens infolge Abkühlens mittels Beheizung eines mit dem Maischbottich verbundenen Wasserkessels zu verhindern, um die Bierhefe zu unterstützen und das Umschlagen des Bieres zu vermeiden.

Bekanntlich benutzte man in früheren Jahren auch allerlei Quacksalbereien, um das fertige Bier gesund zu erhalten und umgeschlagenes Bier, so gut es ging, wieder herzustellen; doch waren derartige Dinge nicht die Regel; das Hauptmittel zur Verhinderung einer Veränderung des Bieres bestand in dem Fernhalten von Luft und Wärme. Zu diesem Zwecke sollte das Fafsbier verspundet in „frische“ Keller oder „Eisgruben“ gelegt, das Flaschenbier aber in kühlem Sande oder in Erde eingegraben werden.

Krünitz beschreibt die Eigentümlichkeiten aller namhaften Biere der damaligen Zeit (um 1775), welche ihm bekannt oder aber in der sehr



**Georg Ernst Stahl.**
1659—1734.



**Sigismund Fr. Hermbstädt.**
1760—1833.

umfangreichen, von ihm verzeichneten Literatur beschrieben waren; er gedenkt z. B. der Biere von Ansbach, Bamberg, Erlangen und Nürnberg, welche man als fränkische Biere bezeichnete. Auch die böhmischen und bayrischen Biere erwähnt er kurz; unter bayrischem Bier scheint man aber damals in erster Linie ein starkes Weifsbier verstanden zu haben, welches nach Geschmack, Güte und Stärke einige Ähnlichkeit mit englischem Biere gehabt haben soll. Eines untergärigen Bieres wird mit keinem Worte gedacht; dessen Bereitung scheint erst im letzten Viertel des achtzehnten Jahrhunderts in Bayern aufgekommen zu sein.

Noch im Jahre 1819 wufste Professor Hermbstädt[1]) in Berlin, welcher zu seiner Zeit in Norddeutschland die erste Autorität auf dem Gebiete des Brauwesens war und dessen dortige Praxis genau kannte, nichts von der Bereitung untergärigen Bieres. In der zweiten Auflage seines Buches, dessen Titel lautet: „Chemische Grundsätze der Kunst Bier zu brauen“, spricht er sich in dieser Beziehung folgendermafsen aus: „Die Unterhefe ist in der Regel sehr unrein und kann nicht zur Bierbrauerei angewendet werden; sie würde nur ein trübes Bier bilden, welches verhütet werden mufs.“ „Die Oberhefe ist viel reiner, leichter und zäher als die Unterhefe. Die beste ist diejenige, welche beim Gären des Bieres in Fässern oder Tonnen aus dem Spundloche herausgestofsen wird.“ Um die Güte und Brauchbarkeit der Hefe zu prüfen, gibt Hermbstädt noch dieselben Mittel an wie Krünitz, dessen Angaben er, wie auch aus anderen Umständen hervorgeht, benutzt hat. Man solle die Hefe in der Weise untersuchen, dafs man ein paar Tropfen derselben in siedendes Wasser fallen lässt; war die Hefe gut, so sollte sie wie Fett auf der Oberfläche des Wassers gerinnen, taugte sie aber nichts, so würde sie zu Boden sinken. Oder man sollte folgendermafsen verfahren: Ein Quart Hefe, ein Efslöffel voll Kornbranntwein, ein halbes Lot Zucker und ein Löffel voll Weizenmehl war zu mengen und das Gemenge ruhig stehen zu lassen. Die Hefe galt nun als noch gut, wenn das Gemenge bald in Gärung geriet und sich hob.

Bezüglich der Bestandteile der Bierhefe folgte Hermbstädt „dem so verdienstvollen als berühmten Chemiker“, dem Bergkommissar Dr. Westrumb,[1]) welcher zufolge Hermbstädt durch eine „chemische Zergliederung“ in der Bierhefe Kohlenstoffsäure, Essigsäure, Äpfelsäure, Extraktivstoff, Schleim, Zuckerstoff, Leimstoff oder Kolla und Wasser fand. Um die Entstehung der Hefe zu erklären, nahm Westrumb an, und Hermbstädt stimmte ihm darin vollkommen bei, dafs die Kolla des Getreides, weil sie weder beim Malzen noch beim Maischen desselben vollkommen zerlegt und ausgeschieden wird, als eine unauflösliche Masse bei der Gärung des Bieres zuletzt ausgestofsen werden müsse. Die Teile der Kolla sollten sich einander anziehen und vermöge ihrer zähen Beschaffen-

[1]) Vgl. auch S. 139 dieses Buches.

heit die übrigen Materien, nämlich den Schleim, Zuckerstoff und Extraktivstoff einhüllen, während die Kohlenstoffsäure, die darin eingeschlossen sei, das Ganze leichter als Wasser mache und es daher auf die Oberfläche des Bieres emporwerfe.

Auch Hermbstädt erklärte sich die Gärung noch ähnlich wie Stahl; sie ist nach ihm „ein Erfolg der inneren Wechselwirkung zwischen den Bestandteilen des Malzes und der zu seiner Extraktion gebrauchten Wässrigkeit, veranlafst durch den Beitritt der Hefe, die als Ferment wirkt und den ersten Anfang der Fermentation mit allen seinen begleitenden Erfolgen herbeiführt". Da die Würze, bei mittlerer Temperatur sich selbst überlassen, nicht in Gärung, sondern in Fäulnis übergehe, so müsse die Hefe den zureichenden Grund der beginnenden Fermentation enthalten. Da die Erfahrung aber gelehrt habe, dafs eine gut bereitete Würze durch die Einleitung von Kohlensäure in Gärung versetzt werden könne, wenngleich „weniger kräftig" als beim Gebrauch von Hefe, so werde man folglich die Kohlensäure, welche in der Hefe enthalten sei, wo nicht ganz, so doch teilweise „als ein Erregungsmittel der Fermentation" betrachten müssen. Da aber ferner auch die trockene Hefe die Fermentation zu erregen vermöge, und da frischer Most, der keine Kohlensäure enthält, auch ohne den Zusatz von Hefe in Gärung gerate und daher das dazu erforderliche Ferment selbst enthalten müsse, so müsse man annehmen, dafs die Kohlensäure in der Hefe nicht allein den zureichenden Grund der Gärung abgeben könne, sondern vielmehr auch die anderweitigen Bestandteile der Hefe das ihrige dazu beitragen können.

Kurz und gut: man bewegte sich bei der Erklärung des Gärungsvorganges im Kreise; bald sollte die Gärung nur mittels Hefe, bald ohne sie möglich sein, bald sollte die Hefe die Ursache und bald die Folge der Gärung sein. Eine solche Theorie konnte auch die Chemiker unmöglich ganz befriedigen, und es ist begreiflich, wenn viele derselben s. Zt. Liebig folgten, welcher dem mit einer kräftigeren Aktivität als die Kohlensäure ausgestatteten Sauerstoff, sei es demjenigen der Luft oder demjenigen in Zersetzung begriffenen Wassers oder kleiner Mengen Zuckers, die Rolle zuschrieb, das in der Bierwürze oder im Most gelöste Eiweifs durch Sauerstoffaufnahme unlöslich zu machen und als Hefe auszufällen, wobei die in den Strudel der inneren Bewegung hineingerissenen Zuckerteilchen in Alkohol und Kohlensäure zerfallen. Freilich würde nach der chemischen Theorie Liebigs, wie er selbst angibt, der Alkohol z. B. bei der Biergärung bei unbegrenztem Sauerstoffzutritt sich zu Essigsäure oxydieren müssen, falls es nicht gelänge, dem entgegenzuwirken. Deshalb preist er das untergärige bayrische Gärverfahren, durch welches es möglich werde, dem Biere eine unbegrenzte Haltbarkeit und eine völlige Reife zu geben, mit hohen Worten, indem er sagt: „Dieses Mittel hat die Experimentier-

kunst in einer niedrigen Temperatur aufgefunden, und es hat sich danach, namentlich in Bayern, ein Gärverfahren gebildet, auf welches die vollendetste Theorie einfacher und sicherer und den wissenschaftlichen Grundsätzen mehr entsprechend kaum hätte führen können." (Chemische Briefe, 1844, S. 201.)

Die ersten Aufzeichnungen über das untergärige Verfahren verdanken wir einem Manne, dessen Person und Werk im folgenden kurz gewürdigt werden sollen.

Benno Scharl wurde als Sohn eines Gastwirts und Brauers im Jahre 1741 zu Seefeld in Bayern geboren. In seinem sechzehnten Jahre zog er nach München zum Faberbräu in die Lehre, wo er nach deren Ablauf als „Bräuknecht" im Dienste blieb und darauf in gleicher Eigenschaft einige Jahre in der dortigen Jesuiten-Brauerei arbeitete. Er trat dann als Laienbruder in den Jesuiten-Orden und blieb darin bis zu dessen Aufhebung im Jahre 1773, wo er nach Ingolstadt berufen wurde, um in dieser Stadt und ihrer Umgebung drei Brauereien und mehrere Güter zehn Jahre lang zu verwalten. Diesem neuen Amte, das zehn halbe Männer hätte beschäftigen können, genügte, wie Scharls Biograph, der ehemalige Professor der Theologie in Ingolstadt und spätere Bischof von Regensburg, J. M. Sailer, bezeugte, ein ganzer Mann, Benno Scharl, durch seine Tätigkeit, durch seine Treue, durch seine Einsicht, durch seine Klugheit. Er befolgte dabei streng zwei Grundsätze, nämlich: 1. So wenig als möglich geschrieben und so viel als möglich getan! Und dann: 2. Wo das Auge selbst sehen kann, da soll es sehen, wo die lebendige Stimme selbst gebieten kann, da soll sie gebieten, wo die Hand selbst angreifen kann, da soll sie sich regen; das Übrige muss der Treue und der Geschicklichkeit der unmittelbaren Arbeiter, die mit grofser Sorgsamkeit gewählt werden, anvertraut werden. Bei Errichtung der neuen Malteser-Kommenden wurde er als „Bräu-Verwalter" und Ökonom in Ebersberg angestellt, siedelte aber nach zwei Jahren als Verwalter der Grafen von Seinsheim erst auf das Gut Sinching und darauf im Jahre 1787 auf deren Gut Grünbach über.

Hier war es, wo der ehemalige Klosterbruder, zwar ohne gelehrte Bildung, aber reich an gesundem Verstande und Wifsbegierde, die nie müfsig sein konnte, reich auch an Erfahrung, die er durch stete Versuche erweiterte und läuterte, seine ganze Kraft entfalten und insbesondere durch die Bereitung eines Bieres „besonders guter Art" das in ihn gesetzte Vertrauen über die Mafsen rechtfertigen konnte. Hier wird wohl Scharl auch zuerst zur Feder gegriffen haben, um seine „Beschreibung der Braunbier-Brauerei im Königreiche Baiern" zu verfassen, welche nach seinem im Jahre 1812 erfolgten Tode gemeinsam mit seiner Lebensbeschreibung von dem landwirtschaftlichen Verein in Bayern zum Druck befördert worden und im Jahre 1814 bei Jos. Lindauer in München erschienen ist.

Die Mitteilungen Scharls sind selbstverständlich nicht als Enthüllung nur eigener Erfindungen aufzufassen; nirgends insbesondere tritt darin der Gedanke hervor, als habe Scharl etwa die Untergärung in die Brauerei eingeführt, vielmehr ist diese als bereits in Bayern eingebürgert geschildert. Aber man fühlt aus jedem seiner Sätze heraus, dafs er aus eigener Erfahrung spricht, dafs er das Beste dessen mitteilt, welchem er seine Erfolge verdankte, und dafs er selbst das untergärige Verfahren sehr vervollkommnet hat. Seine Angaben dürften für die bayerische untergärige Brauerei, welche sich nach und nach über die ganze Welt verbreitet hat, vorbildlich geworden sein.

Scharl unterscheidet obergäriges weifses Gerstenbier und weifses Weizenbier, sowie „rauh" zu trinkendes Haferbier und andrerseits untergäriges Lagerbier oder braunes Lagerbier. Wegen der nötigen Kühlung, für welche es aufser dem Kühlschiff künstliche Mittel damals noch nicht gab, konnte zu jener Zeit das Lagerbier nur im Winter[1]) hergestellt werden; eine Verwendung von Eis erwähnt Scharl überhaupt nicht. Der Gärkeller für die Lagerbierbrauerei sollte wenigstens 4—5 Schuhtiefe in der Erde haben, „um die grofse Kälte abzuwehren"; der Winterbierkeller sollte, wenn möglich, unter dem Gärkeller liegen, jedoch nicht zu tief in der Erde. sondern derart, dafs er „vor der Kälte bis zum Gefrierpunkt geschützt ist". Der Sommerbierkeller sollte „in einem trockenen Felsen" angebracht sein oder wenigstens unter trockenem, 7—8 Schuh tiefem Erdreich liegen. Es gibt Felsenkeller, sagt Scharl, in welchen noch zur Zeit der gröfsten Sommerhitze Eis und gefrorener Schaum auf den Fässern liegt, und diese sind freilich von allen die besten Keller; aber immer noch sei auch ein Sommerbierkeller sehr gut, wo ein Wärmemesser in dieser heifsen Jahreszeit nur 5° über dem Gefrierpunkte nach Réaumur zeigt. Der Bierzeug oder das Gärungsmittel „mache sich vom Bier selbst" und werde im Winter hindurch von einem Sud zum andern genommen. „Am Ende des Sudwerkes dörren einige den Unterzeug, lösen ihn bei Anfang des künftigen Sudwerks wieder auf und brauchen ihn so immer fort. Die meisten nehmen das Unterzeug-Gärungsmittel von anderen Brauhäusern, wo man früher zu sieden angefangen hat oder wo Zeug aufgedörrt worden. Wer bis Michaelis noch gutes Sommerbier hat, kann sich von dem Fafsgeläger leicht ein Gärungsmittel bereiten." Diese Bereitung sollte derart stattfinden, dafs man auf 10° R. abgekühlte, gekochte und gehopfte Bierwürze mit etwas Kirschenwasser versetzt und mit Fafsgeläger anstellt.

Dafs über die Gärungsmittel schon manches geschrieben sei, erkennt Scharl an, „meistens aber nur von der oberen Gärung". „Einige machen ein grofses Arkanum daraus und am Ende ist doch nicht viel dahinter.

[1]) Nach Scharl durfte damals in Bayern nur von Michaelis (29. Sept.) bis Georgi (23. April) gebraut werden.

Es wird wenige oder gar keine Bierbrauer in unserem Lande geben, die sich zum Unterzeug ein neues Gärungsmittel machen. Es lasse sich mit aller Wahrheit und Bestimmtheit behaupten, dafs zu einem guten und gesunden Bier nichts gebraucht werden solle als Wasser, gutes Malz, guter Hopfen und guter Unterzeug, welcher sich vom Biere selbst mache. Nur wenn der Zeug etwas matt sei, könne man etwas Branntwein darunter mischen, doch nur 3—4 mal in jedem Winter. Man beabsichtigte durch diesen Zusatz den Zeug eher zur Gärung zu veranlassen. Dem „Herführen" gab Scharl den Vorzug vor dem „Trockengeben" der Hefe.

Das Winterbier sollte „etwas grüner" gefafst werden, damit es bald in die Gärung übergehe; dagegen solle das Sommerbier „gut lauter" gefafst werden. Besondere Vorsicht wurde für die Verteilung der Sude auf die verschiedenen Sommerbierfässer empfohlen, damit die Hefe gut verteilt werde und die Gärung gleichmäfsig in allen Fässern ansetze und nicht etwa gar in einem Fasse überhaupt nicht in die richtige Gärung eintrete. Bier, welches im Fasse nicht angegriffen hatte und „ohne Pflaum" war, wurde mit Kräusen-Bier versetzt, um in die kleine Gärung zu kommen.

Sollte nach dem Fassen auf dem im Bottich zurückgebliebenen Zeug sich „etwas Unreinlichkeit" befinden, so mufste diese mit einem „Krückel" herabgestrichen werden; sodann wurde der Zeug und nach diesem das Geläger abgenommen. Also auch hier das Streben, eine möglichst reine, einheitliche Hefe, frei von zu leicht und zu schwer befundenen Mitläufern, für die Fortpflanzung zu verwenden, als ob Scharl und seine Zeitgenossen bereits gewufst hätten, dafs die Hefe ein lebender Organismus ist.

Fast ein Menschenalter nach Scharls Tode, nämlich im Jahre 1843, gab Dr. K. W. Dempp eine neue und „verbesserte" Auflage des Scharlschen Werkchens heraus; bezüglich der Hefe und Gärung ist diese ein wortgetreuer Abdruck des Originals geblieben, ohne dafs auch nur eine Spur der inzwischen gemachten wissenschaftlichen Entdeckungen und Untersuchungen darin zu finden wäre. Nur das eine ist angemerkt (S. 112), dafs der selige Verwalter Scharl vielleicht staunen würde, wenn er noch erlebt hätte, dafs die meisten Brauer in München schon seit mehreren Jahren zumal ihr Lagerbier am liebsten mit $6^1/_2{}^0$ R. zur Gärung stellen, da es sich herausgestellt habe, dafs, je langsamer die geistige Gärung geführt werde, um so feiner, schmackhafter und haltbarer das Bier werde. Das ist alles.

Auf die Darlegung theoretischer Ansichten über Hefe und Gärung liefs sich Scharl mit keinem Worte ein; seine Ausführungen können aber als weitere Belege dafür gelten, dafs die Gärungstechnik der theoretischen Erklärung vielfach vorausgeeilt ist und an der Hand der Erfahrung richtige Regeln abgeleitet hat.

## VIII.

# Die Entwicklung der Kunsthefebereitung von der Zeit ihrer Einführung bis zum Jahre 1902.

Unter Kunsthefe versteht man bekanntlich diejenige Hefe, welche in einer eigens bereiteten Maische, dem Hefegut oder Hefestück, erzeugt und mittels eines Teiles dieses vergorenen Hefegutes fortgepflanzt wird; sie bildet die wesentlichste Grundlage jedes rationell geleiteten modernen Brennereibetriebes und der Hefefabrikation nach altem Verfahren (ohne Lufteinblasen). Ehe die Kunsthefe erfunden war, half man sich oft durch direktes Anstellen mit Sauerteig, in der Regel aber durch direktes Anstellen mit Bierhefe; bevor die Kunsthefe aufkam, gab es noch keine Prefshefe, aber man sollte annehmen, dafs es wenigstens, wie heute, Bierhefe in Hülle und Fülle gegeben habe und dafs die Kunsthefe dem Bedürfnis nach einer Verbesserung und Abänderung der damaligen Betriebsweise der Brennerei entsprungen sei. Diese Annahme wäre indessen unzutreffend, denn nicht der Trieb zum Fortschritt war es, welcher zur Kunsthefe führte, sondern tatsächlich war es die Not, d. h. die häufig selbst in Städten eintretende Unmöglichkeit, sich Bierhefe zum Anstellen zu verschaffen, und in zweiter Linie spielte auch der hohe Preis der Bierhefe eine Rolle als Triebfeder, welche auf die Schaffung und Einführung der Kunsthefe hinwirkte.

Von diesen Verhältnissen können wir uns heute nur schwer eine rechte Vorstellung machen; erst wenn wir da und dort von den Klagen der damaligen Zeit lesen, begreifen wir sie vollständig. Und mehr als ein halbes Jahrhundert nach dem ersten Auftauchen der Nachrichten über die Kunsthefe ist verstrichen, ehe diese Klagen verstummten! So schreibt z. B. im Jahre 1772 ein seiner Notlage bewufster Brenner die bezeichnenden Worte: „Man mufs selbst gewirtschaftet haben und aus der Erfahrung wissen, in was für Verlegenheiten ein Landwirt kommen kann, dem es bei seinem Branntweinbrennen an Hefen fehlet!“ Aber noch im Jahre 1796 konnte Westrumb in seinem Buche: „Bemerkungen und Vorschläge für Branntweinbrenner“ (S. 8), aus Hameln, seinem Wohnsitze, berichten: „Der Ort, den ich bewohne, gibt 23 einheimischen und vielleicht ebensovielen aus-

wärtigen Brennereien Beschäftigung und Nahrung. Diese grofse Anzahl von Brennereien bedarf zur Anstellung des Gutes (der Maische) eine ungleich gröfsere Menge an Hefe, als die beiden hiesigen Brauhäuser und die hiesige Bieressig-Brauerei zu liefern imstande sind. Die mehrsten unserer Brennereien sind daher gezwungen, die nötigen Hefen, und zwar mit grofsen Kosten, von auswärtigen Brauereien holen zu lassen. Da aber auch diese das Erforderliche kaum liefern können, so ist es nicht selten der Fall, dafs die eine oder andere Brennerei aus Mangel an Hefe feiern mufs."

Die Kunsthefe brach sich also in ihrer ersten Zeit nur sehr langsam Bahn; es gab eben damals noch keine Fachpresse für die Brenner, welche ihnen die vom einzelnen errungenen Erfolge mitgeteilt und sie zur Nacheiferung angespornt hätte. Daher kommt es denn auch, dafs uns das erste Entwicklungsstadium der Kunsthefebereitung ein planweises Vorwärtsschreiten vermissen läfst. Da findet sich kein stufenweises gerades Aufsteigen, wie auf den Sprossen einer Leiter; diejenigen, welche sich die Erfindung und den Ausbau der Kunsthefe anfangs angelegen sein liefsen, sind vielmehr Jägern zu vergleichen, welche, ihren Launen folgend, nach verschiedenen Richtungen ausschwärmen und, sich über die Heide, durch Feld und Wald verstreuend, der Beute nachstreben.

Naturgemäfs drängt sich aber die Frage auf, wer denn der Erste war, welcher von denen, welche sich seinerzeit mit dem Gedanken trugen, ein Ersatzmittel für die Bierhefe zu erfinden, den ersten praktischen Vorschlag machte und damit als der Urheber der Kunsthefe zu gelten hat. Es ist noch gar nicht so lange her, dafs sich dieser und jener für den Erfinder der Kunsthefe ausgab; es kann eben seit hundert Jahren bis auf den heutigen Tag im Brennereiwesen kaum ein Verfahren erfunden werden, ohne dafs sich einige Leute melden, welche die Sache bereits vor Jahren gekannt und selbst ausgeführt haben wollen. Jawohl, du bescheidener Freund, du hast schon vor langer Zeit dieses und jenes in der Brennerei getan, du hast so und so gearbeitet und du sahest dein Werk mit deinen beiden leiblichen Augen, aber dein geistiges Auge war blind dabei, und weil du dir keine Rechenschaft über das Wesen deines damaligen Arbeitens geben konntest, die Ursache des Erfolges nicht erkanntest, so begabst du dich in dein altes ausgefahrenes Geleise immer wieder zurück. Wenn es nach dir ginge, mein Lieber, so müfste man dem Kolumbus das durch sein berühmtes Ei erworbene Verdienst auch abstreiten, weil man schon vor Kolumbus Eier zerbrochen hat und eben auch Kolumbus sein Ei nur zerbrochen hat, denn du begreifst nicht seinen Witz, du siehst nicht ein, dafs er ein altes Mittel an einer neuen, mit Verstand gewählten Stelle benutzte, um zu einem neuen Resultate zu gelangen.

Es läfst sich heute nicht mehr feststellen, wer der erste Erfinder in Sachen Kunsthefe war; wir müssen uns damit begnügen, die erste uns

zugängliche Nachricht über die Kunsthefe mitzuteilen, weil die geschichtliche Überlieferung den Namen dieses verdienstvollen Mannes nicht kennt. Im übrigen dürfte es aber interessant sein, gerade über die ersten Anfänge der Kunsthefebereitung unsere Quellen ausführlicher und tunlichst mit ihren eigenen Worten sprechen zu lassen, damit wir, die wir das Erbe der Vergangenheit ohne eigenes Verdienst angetreten und darauf weiter gebaut haben, erkennen und uns zuweilen erinnern, wie schwer es unseren Vorfahren wie auf manchem Gebiete der hohen Wissenschaft, so auch hier wurde, zuerst Grund zu fassen und die ersten Steine herzurichten für das Fundament des Gebäudes. Natürlich werden wir aber im folgenden außer der Sache auch stets die Namen der um sie verdienten Männer, soweit möglich und zugängig, nennen und beiden gerecht zu werden suchen. Haben wir aber bei den Anfängen der ersten Hilfsmittel unseres Gebietes länger verweilt und sie in ihrer Ursprünglichkeit kenntlich gemacht, so werden wir nicht verfehlen, im Fortgang unseres Berichts nach Lage der Sache eine angemessene Beschränkung in unseren Mitteilungen zur Geltung kommen zu lassen.

## von Justi.

Die erste durch den Druck verbreitete Nachricht über die Bereitung von Kunsthefe verdanken wir dem Kameralisten Joh. Heinrich Gottlob von Justi, geb. 1720 in Brücken bei Sangerhausen, gest. 1771, einem außerordentlich fruchtbaren Schriftsteller und Gelehrten, welchem, als seine Augen anfingen nachzulassen, der alte Fritz einst sagen ließ: „Er hat Kopf, Augen will ich ihm geben.“ Die Gewerbe in erster Linie machte er zum Gegenstand seiner Studien, insbesondere auch das Brennereigewerbe, welches er schon als Gymnasiast in Quedlinburg von der praktischen Seite kennen gelernt hatte; es war das zu einer Zeit, als man mit ihm die Branntweinbrennerei als „eine von den besten Nahrungsarten“ bezeichnen konnte, und die Fuhrleute noch öfters dreißig und mehr Meilen fuhren, um guten Branntwein einzukaufen. von Justi teilt uns nicht mit, ob die von ihm beschriebene Art der Hefebereitung von ihm herrührt; doch war sie gemäß seiner Angabe in Brennereien bereits bewährt und hatte den Beifall der Königl. schwedischen Akademie der Wissenschaften gefunden; sie war also im Jahre 1766, als er sie in seine „Ökonomischen Schriften“ Bd. I, S. 31 ff. aus seinen „Götting. Policeyamtsnachrichten“ vom Jahre 1755 aufnahm, wahrscheinlich schon zwanzig oder mehr Jahre alt und nicht seine Erfindung. Er erläutert sie mit folgenden Worten:

„Wenn der Branntewein eingemeischet ist, ehe das kalte Wasser (zum Abkühlen) hinzu kommt, so pfleget sich das Schroth zu setzen und der Meisch wird oben klar. Von diesem klaren Meische schöpfet man 9

bis 10 Quartier oben ab, zur Zeit, da es noch stark laulicht ist, thut ein bis $1^1/_2$ Quartiers Hefen und ein Pfund Rocken- oder Gerstenmehl darunter, rührt alles wohl unter einander und decket das Gefäfse zu, dafs es warm bleibt und wohl in die Gährung gehet. Im Winter mufs man es in einer lauchtichten Wärme erhalten. Dieses ist dann eine gute Hefen, davon man 8 bis 9 Quartier zu neuer Anstellung des Brannteweins anwenden, 2 Quartier aber zu neuer Vermehrung der Hefen auf die vorhin beschriebene Art gebrauchen und damit beständig also fortfahren kann. Hat man mehr als 9 Quartier Hefen zu einem Branntewein nöthig, so kann man nach eben dieser Proportion die Hefen leicht in gröfserer Maafse hervorbringen."

Dieses Rezept ist in späteren Jahren noch wiederholt empfohlen worden; wir finden es z. B. im Leipziger Intelligenz-Blatt vom Jahre 1772, S. 523, abgedruckt. Bemerkenswert dabei ist, dafs man damals offenbar noch ohne Thermometer arbeitete und von der künstlichen Säuerung des Hefegutes nichts wufste, sondern die süfse Maische direkt anstellte; die damaligen Ansprüche können also bezüglich der Ausbeute an Branntwein nur bescheidene gewesen sein. Der Hauptvorteil wurde eben auch nur in der Verwendung der Mutterhefe und damit in der Ersparung der Ausgaben, welche für eine Brennerei in der Woche bis zu sechs Talern betrugen, für die oft schwierig erhältliche Bierhefe gesucht. Die Hauptmaische wurde, was nebenbei bemerkt sei, aus sechseinhalb Teilen Roggen und einem halben Teil Gerstenmalz hergestellt; von Justi empfiehlt aber auch, den Roggen sämtlich zu mälzen.

Von dem bezüglich der Mutterhefe erwähnten Gesichtspunkt liefs man sich aber nicht immer leiten; entweder hatte die Kenntnis der Hefe, welche von Justi beschrieben hat, doch keine weite Verbreitung gefunden oder man war nicht recht zufrieden damit oder aber begriff man ihr Wesen nicht vollständig, denn im genannten Jahre 1772 (Leipz. Intellig.-Bl. S. 521) finden wir ein Verfahren der Kunsthefebereitung angegeben, welches von der Abnahme der Mutterhefe absieht. Statt dessen führt dieses Verfahren allerdings ein vorzügliches Mittel zur Reinerhaltung der Hefe, nämlich den Hopfen, zum erstenmal ein. Dafs dieses Verfahren in gewissen Gegenden, wo man von Justis Hefe wahrscheinlich noch nicht kannte, einem Bedürfnisse entgegenkam, geht daraus hervor, dafs seine Mitteilung erfolgt als Antwort auf eine von einem Branntweinbrenner und auch von der Königl. Landwirtschaftsgesellschaft in Celle aufgeworfene Frage, „ob es nicht ein Mittel giebt, welches nicht kostbar und nicht ungesund und die Wirkung der Hefen bey Bierbrauereyen und Branntweinbrennereyen hat und an Orten, wo keine Hefen zu haben, an dessen statt und mit gleich gutem Erfolg gebraucht werden könnte". Diese Frage ist a. a. O. mit folgenden Worten beantwortet:

„Dieser Anfrage kann ich um so viel zuversichtlicher ein vollkommenes Genüge leisten, da ich schon seit 4 Jahren auf einem Landgute, wo ich wegen Entlegenheit des Orts keine Hefen haben kann, den besten Branntwein in gröfster Menge durch Hülfe selbst bereiteter Hefen gebrannt habe, der in allen Stücken die verlangten Eigenschaften hat. Mein Verfahren hierbei ist folgendes: In dem Falle, da ich nicht ohnehin eine gröfsere Menge Bieres zu meiner Haushaltung zu brauen habe, nehme ich 30 Pfund geschrotenen Malzes und ein halbes Pfund guten Hopfens und braue davon auf gewöhnliche Weise eine hiesige halbe Tonne oder 20 Stübchen Bier (ein Stübchen = 192 Pariser Kubikzoll). Von diesem frisch gebraueten und noch ziemlich heifsen Biere mische ich hiernächst nach und nach zu 35 Pfund guten und ausgesichteten Waizenmehles so viel als nöthig, dafs alles darin völlig aufgelöset werde und keine Klumpen zurückbleiben. Nachdem nun solches mit der gehörigen Sorgfalt bewerkstelligt worden, so wird diese Masse unter fleifsigem Umrühren in das Bier geschüttet und solches Bier nachgehends unter dem gewöhnlichen Grade der Wärme vermittelst eines halben Stübchen Hefen zur Gährung gebracht. Diese auf vorbesagte Weise bereiteten Hefen nun lasse ich in einer Tonne an einem kühlen Orte zum Gebrauche stehen und aufbehalten. Ich lasse jedes Mal zur Zeit 150 Pfund Schrot abbrennen und hierzu bediene ich mich von meinen selbst gebrannten Hefen etwa anderthalb bis 2 Stübchen, welcher aber solchen Endes auf das sorgfältigste mufs umgerühret werden, mit einem so guten Erfolge, dafs ich bey den gewöhnlichen Hefen niemals eine vollkommenere Wirkung habe verspüren können. Gesetzt aber, dafs diese selbst bereitete Hefen etwas kostbarer sein sollten als die gewöhnlichen, welches aber hiesiger Orten nicht stattfindet, so glaube ich doch durch meine Art des Verfahrens aus dem Schrote etwas mehr Wein heraus zu bringen, als andere gemeiniglich zu thun pflegen."

Dem Erfinder des vorstehend beschriebenen Verfahrens dürfen wir glauben, dafs er mit ihm immerhin besser gefahren ist, als mit dem direkten Anstellen der Hauptmaische mit Bierhefe; jedoch wird die längere Zeit aufbewahrte Hefe naturgemäfs nachgelassen und schlechtere Gärungen gegeben haben, als die nach demselben Verfahren frisch bereitete Hefe.

Aus demselben Jahre 1772 stammt auch das folgende, von einem Ungenannten im Hannoverischen Magazin (S. 271) beschriebene „zuverlässige Mittel für die Branntweinbrenner, womit, wenn ihnen die Gahre oder Gest fehlet, sie mit wenigem Barm das Schrot zur Gährung bringen können". „Wenn man 4 bis 5 Himten Schrot zur Gährung bringen will (ein Himten Roggen wog 40 bis 48 Pfund), so nimmt man 1 Metze Hopfen und läfst ungefähr zwei Stunden kochen, bis es grofse Augen oder Blasen darauf giebt; alsdann nimmt man $^1/_4$ Metze ganz fein gemahlenes Malz, rühret es mit kaltem Wasser an, dafs es alles nafs wird, thut solches in den

gekochten Hopfen und läfst es nur einmal damit aufstofsen oder aufkochen, sodann wird es gleich vom Feuer genommen. Wenn es soweit abgekühlt ist, dafs es noch soviel Wärme hat, als das Bier, wenn es gestellet wird, haben mufs, so wird so viel Pottasche, als ein Taubeney grofs und so viel Barm, als in einer halben Tonne sich findet, wenn das Bier davon gezapfet ist, dazu gethan und damit wohl durcheinandergerühret. Dieses arbeitet sich zu einem guten Gest und wird zu obmeldeten 4 bis 5 Himten Schrot, statt des sonstigen Gestes gebraucht.

Es versteht sich von selbst, dafs dieses einige Stunden, auch wohl den Tag vorher mufs verfertigt werden, ehe man es gebrauchen will.

Dieses Mittel ist schon vor 40 Jahren im cellischen Lande mit Nutzen gebraucht und gibt, wenn es gut geräth, mehr Brànntwein, als sonsten von Geste."

Ist letztere Nachricht, was wir nicht mehr kontrollieren können, zutreffend, so ist das letztere Verfahren, soweit wir noch feststellen können, das allerälteste, weshalb wir es auch mitgeteilt haben. Die Worte „wenn es gut gerät" lassen aber gewifs „tief blicken"; sie beweisen uns, dafs man damals noch ganz vom Zufall abhing.

## Westrumb.

Am Ende des 18. Jahrhunderts trat bereits eine merkliche Steigerung in den Ansprüchen an die Kunsthefe auf; es war eben die Wissenschaft der Chemie erwacht, welche zwar den Laien schon über manches aufklären konnte, mehr aber noch seine Wifsbegierde reizte, zum Glücke aber auch von Anfang an, mit Lavoisier beginnend, bis auf unsere Tage Männer von wissenschaftlicher Bedeutung an die Lösung der in der Hefe verborgenen Geheimnisse einen Teil ihrer Kräfte setzen liefs. Unserem begrenzten Thema folgend, können wir allerdings im wesentlichen nur diejenigen berücksichtigen, welche zur Kunsthefe das Wort ergriffen. Joh. Friedr. Westrumb, geb. 1751, gest. 1819, Bergkommissar, Senator und Apotheker in Hameln, welcher sich in der Geschichte der Chemie einen Namen erworben hat, wandte sich auch der Vervollkommnung des Brennereiwesens zu, wie sein oben bereits angezogenes Buch beweist, welches 3 Auflagen (1793, 1796, 1803) erlebte, wovon wir die zweite benutzten. Er war zwar ein Theoretiker, aber einer, welcher in jahrzehntelangem Verkehr in Brennereien Erfahrungen, Beobachtungen und Versuche gemacht hat und mit einem ungewöhnlich grofsen Kreise von Brennereibesitzern persönlich und brieflich in regster Beziehung stand. Er war ein Mann, welchem nur das Beste des Gewerbes vorschwebte, welcher von sich in Wahrheit behaupten durfte, dafs er sich über jeden Fortschritt freuen würde, selbst wenn er mit der Verwerfung seiner persönlichen Ansichten und Vorschläge verbunden sein sollte; Erfindereitelkeit und Rechthaberei lagen ihm gleich

fern. „Prüfet alles und behaltet das Beste“, war sein Wahlspruch, und mit gutem Humor fügte er das Sprüchwort, welches er bei seinen Nachbarn, den Calenberger Landleuten, gehört hatte, gern hinzu: „Klauke Häuner legget ok in dei Netteln.“ Verfügte dieser Mann sicherlich über das ganze chemische Wissen seiner Zeit und wurde daher seiner Autorität willige Unterwerfung vielfach zu teil, so sind wir Nachgeborenen nach 100 Jahren natürlich doch wieder die Klügeren und können leicht beweisen, dafs die damalige Hefewissenschaft sich vielfach auf dem Holzwege befand. Wufste man doch damals und lange nachher noch nicht, dafs die Hefe eine Pflanze sei; als sich Westrumb im Jahre 1793 zum erstenmal an die Untersuchung der Hefe heranmachte, wobei er auch die Phosphorsäure in ihrer Asche fand, kochte er sie mit Wasser aus usw. und kam zu dem Resultat, dafs sie aus einer Mischung einer Anzahl von Stoffen besteht, von welchen er dem „Pflanzenleimstoff“ und der „Pflanzensäure“ die eigentliche gärungserregende Kraft zuschrieb. Aus diesen Versuchen schlofs er ferner, dafs diejenige Hefe die beste sein müsse, welche den meisten „Pflanzenleimstoff“ enthält, und näherte sich wenigstens in dieser einen Beziehung in ganz merkwürdiger Weise der erst in unseren Tagen ergründeten Wahrheit; folgerichtig vertrat er denn auch die Ansicht, man müsse „zur Bereitung künstlicher Hefe solche Stoffe wählen, in welchen jene Materie reichlich (d. h. Pflanzenleimstoff oder Weizenkleber) und die übrigen (d. h. Zucker, Weinsteinsäure, Stärkemehl usw.) nicht sparsam vorhanden sind. Seine Vorschrift zur Herstellung von Kunsthefe empfahl daher in erster Linie die Benutzung von Luft- oder Darrmalz aus Weizen, und zwar sollte für eine Hauptmaische von 660 Pfd. Schrot folgendermafsen verfahren werden: „Man lasse $10^1/_2$ Pfd. von diesem Malze zum allerfeinsten Mehle mahlen und rühre dies mit $10^1/_2$ Pfd. Wasser zum kalten Teige an. Jetzt nehme man 2 Pfd. guten Hopfen, setze ihn mit 16 Kannen Wasser aufs Feuer und lasse ihn so lange damit kochen, bis 10 Kannen übrig sind. Dann ziehe man den Kessel vom Feuer und rühre die Hopfenbrühe zu dem Malzmehl-Teige, ohne jedoch den Hopfen abzusondern. Nun rühre man die Suppe tüchtig durch und lasse sie im Sommer bis zu 65° F. (= 18° R.), im Winter aber bis zu 75° F. (= 24° R.) abkühlen. Während dieser Zeit werden 10 Lot Sauerteig, welcher gleichfalls von Weizenmehl bereitet sein mufs, zerschnitten und so lange mit einigen Quartieren von der Malzbrühe geklopft, bis der Sauerteig ganz zergangen ist. Ist endlich die Malzbrühe gehörig verkühlt, so schütte man 2 Kannen gute Spund- oder Oberhefe nebst dem zerklopften Sauerteig hinzu, halte die Mischung gehörig warm und bedeckt und lasse sie in Gärung gehen. Gärt sie gehörig, so wird sie in die anzustellende Maische geschüttet.“

Westrumb bezeichnete diese Hefe als die beste, die er kannte; die Brennereien von Hake, von Cruse und von Katz in Hameln und die-

jenige in Ohr benutzten sie ständig und mit Nutzen. Man könne allerdings das Weizenmalz durch Gerstenmalz ersetzen, aber dann müsse man mehr von letzterem nehmen; auch der Sauerteig könne weggelassen werden, aber dann müsse man drei statt zwei Kannen Bierhefe zum ersten Anstellen nehmen. Für die Folge könne man von dieser Kunsthefe täglich so viel in einer Flasche aufheben, als zum Anstellen eines folgenden Hefegutes erforderlich sei.

Mit dem Sauerteig beabsichtigte Westrumb nicht etwa dem Hefengut nur Hefe zuzuführen, sondern er wollte damit vor allen Dingen, wie er selbst in Übereinstimmung mit seiner oben bezeichneten Auffassung von der Natur der Hefe erklärt, dem Hefengut möglichst viel „Pflanzenleimstoff, Pflanzen- und Luftsäure“ (Kohlensäure) einverleiben. Dafs durch den Sauerteig unter Umständen die Kunsthefe ganz sauer und schlecht werden könne, scheint er selbst erfahren zu haben, weshalb er ja auch jenen Zusatz nicht für unbedingt notwendig erklärte. Zu beachten ist, dafs wir es trotz des Sauerteigs mit einer künstlichen Säuerung des Hefegutes (vor dem Anstellen) hier noch nicht zu tun haben, denn der starke Hopfenextrakt läfst eine wenigstens etwas erhebliche Säuerung nicht aufkommen.

Westrumb gibt noch zwei andere Rezepte an, welche aber, wie von anderer Seite behauptet wurde, bereits mehr als 50 Jahre bekannt waren, von deren genauer Mitteilung wir indessen absehen, weil er dieselben selbst als weniger gut als obige Vorschrift bezeichnet. Aus dem einen der beiden Rezepte seien indessen die zum erstenmal genau angegebenen Daten mitgeteilt; das Hefegut wird nämlich süfs angestellt und soll etwa 12 Stunden bei einer Temperatur von wenigstens 18° R. und höchstens 29° R. gären. Gärt es nicht gut, so soll man 1—2 Lot Pottasche zusetzen. Das andere Rezept, bei einigen Brennern in Hameln und im Lippeschen usw. „seit vielen Jahren“ unter dem Namen „ewiges Gärmittel“ beliebt, besteht, kurz gesagt, darin, dafs man von der schaumzeigenden Hauptmaische nach Eintritt der Hauptgärung etwa einen Eimer voll abnimmt und, mit vielem kalten Wasser und übergestreutem Hopfen bedeckt stehen läfst; soll die nächste Hauptmaische angestellt werden, so wird das Wasser von der Hefe abgegossen und ein kleiner Teil der Hauptmaische damit angestellt und, nachdem das Gut „in voller Gärung steht“, d. h. nach zwei bis drei Stunden, zum Anstellen der Hauptmaische benutzt. Wasser und Hopfen sollten das Abhalten der Luft und das Zurückhalten der Kohlensäure bewirken.

Zur Charakteristik der damaligen Zeit sei noch hinzugefügt, dafs es Westrumb beklagte, dafs das Thermometer noch in vielen Brennereien fehlte und nur wenige „Brennmeister“ es verstanden, richtig damit umzugehen. Mit den „Brennherrn“ aber wird es in dieser Beziehung im

allgemeinen wohl auch nicht besser gestanden haben; sträubten diese sich doch auch gegen die Einführung der Steinkohlen aus Vorurteil, so dafs Westrumb im Jahre 1796 nur eine Brennerei im Lippeschen und diejenige des Apothekers und Senators Jordan in Wunstorf kannte, welche Steinkohlen brannten.

## Riem.

Wir müssen nun noch eines Mannes gedenken, welcher nicht nur bemüht war, die Kunsthefebereitung zu verbessern, sondern dessen Streben in uneigennütziger Weise dahin ging, dem bisher bereits bekannten Verfahren eine möglichste Verbreitung zu verschaffen und die Geheimniskrämerei, welche es lediglich auf die Taschen, aber nicht auf den Vorteil der Brenner abgesehen hatte, zu bekämpfen. Da er indessen an den bekannten Verfahren auch Kritik übte und mit eigenen Vorschlägen hervortrat, so fühlte er sich veranlafst, um dem auch Westrumb gemachten Vorwurf, er sei nur Theoretiker, vorzubeugen, die Erklärung abzugeben, „ich habe sowohl Theorie als Praktik im Branntweinbrennen, habe wohl beinahe alles gelesen, was davon geschrieben worden, übte es vor vielen Jahren als Apotheker, folglich auch als Chymist und nun schon zwanzig Jahre als Landwirt oder Ökonom überhaupt aus, denn alles, was ich las, mufste die Probe passieren". Es ist der kurfürstlich sächsische Rat Riem, welcher das in seinem im Jahre 1793 in Dresden herausgegebenen, für einige Groschen damals käuflichen Büchlein, welches den Titel „Entdecktes Geheimnis der allgemein vorhandenen brauchbarsten Gährungsmittel" trägt, über sich selbst schrieb.

An erster Stelle teilt er das Kunsthefeverfahren des Freiherrn von Mestmacher, kaiserlich russischen Gesandten am kursächsischen Hofe, mit, welches dieser auf seinen Gütern eingeführt und in Rufsland, wie es scheint, kurz vor genanntem Jahre veröffentlicht hatte. Mestmacher setzte auf 80 Quart Malzwürze nicht weniger als sieben Pfund Sauerteig und nur „einen Löffel voll von guten Oberhefen", gleichzeitig aber noch etwas feingemahlenes Roggen- und Malzmehl zu; nach einer Gärung von 48 Stunden „in mäfsiger Wärme" sollte diese Kunsthefe „die Kraft haben, als die schönsten Bierhefen". Dafs dieser Ausspruch auf äufserst bescheidene Ansprüche schliefsen läfst, ist heute wohl selbstverständlich; es kann diese Hefe, trotzdem sie Riem ein vortreffliches und beständiges Ferment nennt, unmöglich die Praxis lange befriedigt haben, da die Maische süfs angestellt wurde und die zum Anstellen benutzten Mittel eine überwältigende Infektionsquelle mit sich brachten.

Die von Riem ausführlich mitgeteilten Westrumbschen Gärmittel haben wir oben bereits beschrieben. Da Riems eigene Verfahren, wie wir die Sache vom heutigen Standpunkt betrachten, sich von den bereits

oben erwähnten, von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen nicht wesentlich unterscheiden, so sehen wir von deren Wiedergabe ab. Ergötzlich ist die Art und Weise, wie er das vom Kaufmann Wagner in Braunschweig vertriebene, aber nicht erfundene, in Zeitungen viel angepriesene Kunsthefeverfahren dem Spotte preisgibt und es schliefslich nach Wagners Angaben wörtlich abdruckt; da aber aus dem Rezept technisch nichts Neues zu erfahren ist und die dafür s. Z. bezahlten Louisdors und der geleistete schriftliche Eid der Hereingefallenen nicht weiter mehr interessieren, so sehen wir von weiteren Angaben ab und wollen nur noch beifügen, dafs auch Wagners Hefe beim Vergären des Hefeguts an Säure sehr zugenommen haben mufs, so dafs er den Zusatz einer Auflösung von Holzasche, Kochsalz und Hopfenextrakt namentlich für den Sommer empfahl.

von Justi und Westrumb und in geringerem Mafse auch Riem hatten ihre Anhänger und ihre Verkleinerer; ist auch Wissenschaft und Praxis später über ihre Vorschläge hinweggegangen, so standen sie immerhin als die bedeutendsten Neuerer ihrer Zeit auf unserem Gebiete mit Recht im Vordergrunde.

## Hermbstädt.

Wir treten nun auf unserer historischen Wanderung aus dem Dunkel des achtzehnten in das neunzehnte Jahrhundert ein; unter einem wolkenlosen Himmel für das Gewerbe befinden wir uns auch hier noch lange nicht, aber es beginnt hier doch allmählich das Licht durchzudringen, welches an den eifrig gepflegten Naturwissenschaften angezündet war. Die technischen Gewerbe mit deren Fortschritten immer vertrauter zu machen, liefs sich Sigism. Friedr. Hermbstädt, geb. 1760 in Erfurt, gest. 1833 in Berlin, aufs eifrigste angelegen sein; er förderte die Weiterentwicklung der Gewerbe nicht nur als Professor an der Berliner Universität, sondern auch als Verfasser weit verbreiteter technologischer Handbücher und gab u. a. im Jahre 1817 ein viel gelesenes Buch über „Chemische Grundsätze der Kunst, Branntwein zu brennen“ heraus. Ein genialer Bahnbrecher war freilich Hermbstädt nicht und seine vielleicht etwas zu einseitige Tätigkeit für das Nützliche mag den Dichter Adelbert von Chamisso in Berlin, welcher in den zwanziger Jahren als Botaniker die Felder zwischen dem Potsdamer Tor und Schöneberg botanisierend durchstreifte, zu dem Epigramm veranlafst haben:

„Fahre nur fort, zu verpuffen mit Spiefsglanz Deinen Salpeter,
Bis in der Technologie endlich Du selber verpuffst!“

Immerhin aber müssen wir zugestehen, dafs er sich mit Liebe des Brennereiwesens annahm und dessen Jünger nach naturwissenschaftlichen Grundsätzen, so gut es damals möglich, zu beobachten und zu urteilen lehrte. Dafs er Schüler wie Pistorius und Dorn hatte, welche von so

grofser Bedeutung für die Fortschritte im Brennereiwesen wurden, spricht schon genug zu seinen Gunsten; auch Balling hebt ihn noch im Jahre 1865 gebührend hervor.

Für die Tatsache, dafs es mit dem Fortschritt damals noch langsam voranging, spricht schon der Umstand, dafs Hermbstädt nach fast 25 Jahren noch die von Westrumb ausgeführte oben erwähnte Hefeanalyse als im ganzen richtig in seinem Buche mitteilen konnte; er hielt die Hefe wie Westrumb für eine „Grundmischung". Auf gleicher Höhe stehen dann auch meist die von ihm mitgeteilten Vorschriften zur Bereitung von Kunsthefe; es werden meist Würzen gezogen, welche mit Hopfen gekocht sind und beim ersten Anstellen allerlei Zusätze erhalten, und zwar aufser Bierhefe z. B. Malzmehl, Sauerteig, Pottasche, Weinstein; man läfst wohl auch die hocheingebrannte und sogar gekochte Maische für das Hefegut sich bis 30° R. abkühlen, aber eines Säuerungsprozesses oder gar einer beabsichtigten Säuerung des Hefegutes wird keine Erwähnung getan. Ein von dem Techniker Kittel herrührendes, von Hermbstädt mitgeteiltes Verfahren ist jedoch bemerkenswert; es besteht darin, dafs man von einer frisch angestellten Hauptmaische eine Quantität abnimmt und mit Schlempe mengt und nach etwa 24 stündiger Gärung am nächsten Tage zur Anstellung der Hauptmaische benutzt, nachdem man kurz vorher etwas Pottasche zur vergorenen Hefemaische gesetzt hat. Man hat von solcher Kunsthefe sehr häufig Anwendung gemacht und mufs also für die damalige Zeit gute Erfolge damit erzielt haben. Hier haben wir also das erste Beispiel dafür, dafs mit einem künstlich durch saure Schlempe, aber allerdings nicht durch Selbstgärung sauer gemachten Hefengut gearbeitet worden ist; doch war es nicht irgend welche theoretische Überlegung, sondern lediglich die Empirie, welche zu dieser Kunsthefe führte. Auch Hermbstädt war sich noch nicht klar, was die Hefe sei; von den Bestandteilen ihrer „Grundmischung" schrieb er ihrem angeblichen Kohlensäuregehalt und ihrem Eiweifsstoff die eigentliche Wirksamkeit bei der Gärung zu und warnte daher davor, Maische anzustellen, solange sich ihre Temperatur oberhalb des Gerinnungspunktes des Eiweifs befinde. Nach dem Anstellen der Hauptmaische sollte der Bottich bedeckt werden, damit er sich warm erhielte und die Luft fern bliebe. Im Mittel rechnete man 8 % Schrot für die Anfertigung der Kunsthefe. Das Abkühlen der Hauptmaische wurde durch den Zusatz von Wasser oder Schlempe bewirkt.

## Pistorius und Dorn.

Im zweiten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts traten zwei Männer auf den Plan, welche Schüler Hermbstädts waren, aber dessen Ruhm im Brennereiwesen in den Schatten stellten; es waren J. H. L. Pistorius und J. F. Dorn, deren von ihnen erfundene Destillierapparate mehr als

ein halbes Jahrhundert im Inland und Ausland zu vielen Hunderten im Betriebe waren und wesentlich dazu beitrugen, die Blicke des Auslandes auf das deutsche Brennereigewerbe zuerst zu lenken. Dorn besafs in Berlin eine lange Reihe von Jahren eine Lehr- und Versuchsbrennerei und erteilte Unterricht im Brennereifach; Pistorius' anfangs in Berlin betriebene, später nach Weifsensee bei Berlin verlegte Brennerei bildete viele Jahre das Wanderziel zahlreicher Brennereibesitzer, welche seinen Apparat kennen lernen und sich seines Rates erfreuen wollten. Beide Männer waren auch literarisch tätig und verfafsten Anleitungen zum Branntweinbrennen, welche s. Zt. sehr verbreitet waren; wir dürfen daher annehmen, dafs die Brennereien der Genannten zu ihrer Zeit mustergültig waren. Ihren Büchern verdanken wir mafsgebende Nachrichten über die von ihnen benutzte Kunsthefe.

Pistorius bekennt indessen noch in der ersten Auflage (1821) seines Buches, dafs er Bierhefe für das beste Mittel zum Anstellen der Hauptmaische halte; die von ihm erfundene Kunsthefe, für deren Erfolg er allerdings auch eintritt und welche er damals schon mehrere Jahre mit Erfolg angewendet hatte, empfiehlt er doch eigentlich nur denjenigen, welchen der Bezug von Bierhefe schwer fiel. Pistorius bereitete für die Kunsthefe eine besondere kleine Maische von dem für die Hauptmaische bestimmten Schrot, liefs sie stehen, bis sie 36° R. erreicht hatte, tat darauf kaltes Wasser und kalte dünne Schlempe hinzu, stellte bei 25° R. an und setzte nach erfolgtem Angären nochmals kalte Schlempe hinzu. Die Gärung zeigte sich gerade dann in ihrer besten Beschaffenheit, wenn „die andere Maische" bis zum Stellen fertig war.

Die hier gegebene Beschreibung dieser Kunsthefe ist gewifs sehr kurz, aber sie schliefst sich sehr eng an die eigenen wenigen Worte von Pistorius an. Von einem späteren Standpunkte der Entwicklung der Kunsthefebereitung rückwärts schauend, wird man vielleicht geneigt sein, manches in jene Worte hineinzulesen, was sie uns eigentlich nicht besagen; tatsächlich enthalten sie jedenfalls die Angabe nicht, dafs das Hefegut bei seinem Stehen bis zur Erreichung der Temperatur von 36° R. säuerte, denn diese Temperatur kann unter Umständen ohne wesentliche Säuerung erreicht werden. Keineswegs aber erwähnt Pistorius, dafs er eine Selbstsäuerung des Hefegutes erreichte oder gar beabsichtigte; wir dürfen seine damalige Kunsthefe wenigstens als eine neue, aber in ihrem Wesen bereits von Kittel empfohlene Schlempehefe ansprechen.

Auch Dorn gab in der im Jahre 1833 erschienenen dritten Auflage seines Buches der Bierhefe vor jeder Kunsthefe und auch der Prefshefe, welche damals schon überall im Handel zu haben war, noch den Vorzug. Seine Kunsthefebereitung besteht einfach darin, dafs er von der Hauptmaische eine Portion abnahm und diese im Winter auf 35°, im Sommer

auf 28° abkühlen liefs, oder aber jene Portion von der Hauptmaische erst abnahm, nachdem diese selbst sich auf diese Temperaturen abgekühlt hatte, und diese kleine Maische stellte er einfach dadurch an, dafs er von der am vorhergehenden Tage gestellten Hauptmaische etwas abnahm und damit die genannte kleine Portion anstellte. Dorn benutzte diese Kunsthefe noch am Tage ihrer Herstellung zur Anstellung der Hauptmaische; diese Kunsthefe war also eine süfse Hefe und sollte für die Anstellung von Kartoffelmaische benutzt werden. Aber „bereits vor einer langen Reihe von Jahren“ hatte er auch ein Verfahren der Kunsthefebereitung seinen Schülern vorgetragen, welches auf Selbstsäuerung des Gutes beruhte und von ihm für vorzüglich für die Getreide- und Kartoffelbrennerei bezeichnet wurde; die Vorschrift zu diesem Verfahren würde, wenn wir sie wörtlich mitteilen wollten, mehr als zwei Seiten erfordern; wir fassen uns daher kürzer darüber. Es wird hiernach die Maische für das Hefegut der Hauptmaische vor der Abkühlung und Verdünnung mit Wasser entnommen und etwa 24 Stunden sich selbst überlassen an einem Orte von 8 bis 10° R.; sie wird, nachdem sie mit etwas Wasser und etwa einem Drittel ihres Volums mit frischer warmer Maische versetzt ist, mit Mutterhefe (ein Viertel des Hefesatzes) angestellt und am selben Tage verbraucht. Über sonstige wichtige, an dieses Verfahren anknüpfende Fragen erfahren wir nichts; Dorn spricht beiläufig von der Säuerung und weifs, dafs diese zu weit gehen kann, denn er stumpft in diesem Falle mittels Soda ab. Aber für die Höhe seines und seiner Zeitgenossen Verständnisses ist seine Bemerkung, dafs durch die Soda ein Aufbrausen und eine Gärung entsteht, bezeichnend; er hat dabei, wie viele andere, sicher an eine wirkliche Einleitung der Gärung gedacht.[1]) An anderen Stellen finden wir auch den Zusatz von Salpeter zum Hefegut und von Soda zum fertigen, aber zu sauren Hefesatz von Dorn erwähnt.

Wir sind damit in die Zeit eingetreten, in welcher die neuen Kunsthefe-Verfahren wie die Pilze aus der Erde hervorschossen; aber Erfindungen können diese Verfahren nicht mehr genannt werden, sondern lediglich willkürliche, ohne Verständnis gehäufte Kombinationen, welche der Erwähnung im einzelnen nicht wert sind. Es mufs den Gewerbetreibenden fast angst und bange geworden sein, welche sich vor der Aufgabe befanden, zu wählen; uns Spätgeborenen allerdings, welche die nötigen Louisdors für jene Verfahren nicht herzugeben brauchen und von den sich immer wiederholenden, den sicheren Erfolg der Geheimmittelkrämer bildenden Nackenschlägen nichts verspüren, wird es beim Lesen dieser Quacksalbereien fast komisch zumute. Es gab eben damals noch keine auf richtige Beobachtungen gestützte Theorie; an Praxis und

---

[1]) Vgl. S. 84 vorlieg. Buches.

Versuchen fehlte es nicht, aber aus Mangel an naturwissenschaftlicher Kenntnis verstand man es nicht, methodisch zu beobachten und das Wesentliche vom Nebensächlichen zu unterscheiden, so dafs der Gewerbetreibende aus der Unsicherheit nicht herauskam und ihm schliefslich der Zopf doch immer wieder hinten hing. Sollen wir daher das Ergebnis des betrachteten Zeitraums von etwa 100 Jahren ziehen, so müssen wir gestehen, dafs es ein recht dürftiges ist; der Fortschritt zum besseren war ein sehr langsamer. Kittel, von dessen Persönlichkeit wir leider nichts wissen, und Pistorius bezeichnen den Höhepunkt in der Entwicklung der alten Zeit; denn während man früher die Kunsthefe aus süfser, süfs bleibender Maische wohl gar unter Zusatz von Neutralisationsmitteln selbst nach dem Anstellen bereitete, versuchten es Kittel und Pistorius zuerst, mittels der saueren Schlempe der Hefe, diesem bis dahin noch äufserst rätselhaften, geheimnisvollen Dinge, bessere Existenzbedingungen zu verschaffen, ohne dafs man freilich imstande gewesen wäre, sich auch nur die geringste Rechenschaft über die Ursachen zu geben, welche die Schlempe zu dieser Rolle befähigten.

## Fremy und Boutron.

Um die Mitte der dreifsiger Jahre des vorigen Jahrhunderts haben Schwann, Cagniard-Latour und Kützing nachgewiesen, dafs die Hefe eine Pflanze ist; zugleich begründeten sie die Ansicht, dafs die alkoholische Gärung die Wirkung einer Lebensäufserung der Hefe ist. Noch kurz vor dieser Zeit hatte man den Praktikern den Leim als Ersatz für die Hefe empfohlen, und Liebig befand sich mit derartigen Anschauungen in völliger Übereinstimmung, wenn er die Theorie jener Forscher noch zehn Jahre später als eine willkürliche Hypothese ablehnte und darauf aufmerksam machte, dafs auch tierischer Käse und Mandelmilch den Zucker in Alkohol und Kohlensäure ohne die Gegenwart von Pilzen zerlege. Die Meinung, dafs die Fäulnis von mikroskopischen Tieren bewirkt werde, verglich er mit der Ansicht eines Kindes, welches den raschen Lauf und Fall des Rheinstromes durch die vielen Rheinmühlen bei Mainz sich erklärt, deren Räder das Wasser mit Gewalt nach Bingen hin bewegen. (Chemische Briefe, 1844, S. 211—212.) Ferner wurden in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts noch eine Anzahl anderer wissenschaftlicher Entdeckungen gemacht, welche zwar für die Gärungspraxis an sich von Wichtigkeit sind, aber mit unserem Thema loser zusammenhängen, weshalb wir sie nur flüchtig erwähnen. Kirchhoff und Dubrunfaut entdeckten die Diastase; letzterer wies nach, dafs sie in Wasser löslich ist und dafs sie zwar im Getreidekorn in geringer Menge vorhanden, aber durch das Wachstum des Korns beträchtlich vermehrt wird. Man wufste ferner bereits, dafs unter dem Einflusse von Diastase

aus Stärkemehl bei Gegenwart von Wasser Zucker und Dextrin entsteht, und Dubrunfaut stellte im Jahre 1847 fest, dafs dieser Zucker (Maltose oder Malzzucker) verschieden ist von dem Traubenzucker, eine Tatsache, welche selbst in gelehrten Kreisen vollständig übersehen oder wieder vergessen wurde und welche bis auf Maercker in keinem Lehrbuch über Branntweinbrennerei erwähnt, sondern regelmäfsig falsch, d. h. so dargestellt worden ist, als ob bei der Verzuckerung mittels Malz Traubenzucker entstünde. Döbereiner und Mitscherlich hatten auch bereits gefunden, dafs der Rohrzucker nicht direkt gärungsfähig ist, sondern zunächst durch ein Enzym der Bierhefe, das Invertin, gespalten wird und dann erst der Gärung unterliegt.

Eine wichtige, mit unserem Gegenstande aufs engste zusammenhängende Tatsache kannten aber die bisher genannten älteren Schriftsteller noch nicht, nämlich die Natur der bei der Säuerung des Hefegutes auftretenden Säure, der Milchsäure; man hatte zwar selbstverständlich Kenntnis von der Existenz der Säure der sauren Milch und des Sauerkrauts, aber dafs die Säure des Hefegutes, welche der Chemiker Scheele aus Stralsund in Pommern bereits im Jahre 1780 entdeckt und deren Zusammensetzung Pelouze und Gay-Lussac im Jahre 1833 festgestellt hatten, identisch sei mit der Milchsäure, das war unbekannt. Man verwechselte sie häufig mit der Essigsäure oder auch, in den Kreisen von Praktikern, wohl bis auf unsere Tage, mit der Weinsäure. Da machte im Jahre 1839 der französische Chemiker E. Fremy der Akademie der Wissenschaften in Paris die Mitteilung, dafs es ihm gelungen sei, Zucker durch Berührung mit tierischen Magen in Milchsäure überzuführen, und zwei Jahre später veröffentlichte derselbe Forscher in Gemeinschaft mit Boutron eine ausführliche Untersuchung der Milchsäuregärung (vgl. Annalen der Chemie und Pharm. 1839, S. 188 u. 1841, S. 181). Sie arbeiteten u. a. mit Membranen des Magens von Hunden und Kälbern und glaubten zu bemerken, dafs die frischen Membranen ohne Wirkung sind und eine gärungerregende Fähigkeit erst dann erlangten, wenn man sie einige Zeit im Wasser aufbewahrt hatte, wobei sie anfingen sich zu zersetzen. Jedoch waren die Ergebnisse ihrer Versuche schwankende, indem dabei bald die alkoholische, bald die Milchsäure- und bald die Buttersäuregärung einsetzte, ohne dafs dafür eine zutreffende Erklärung damals hätte abgegeben werden können. Liebig war daher entzückt von ersterem Resultate; er erblickte darin eine evidente Beweisführung für seine Gärungstheorie. Genannte beide Chemiker arbeiteten auch mit Diastase, also ebenfalls einem Enzym, dessen Entstehung im wachsenden Korn man sich analog wie die alkoholische Gärung mit Hilfe jener Theorie zu erklären suchte; sie glaubten beobachtet zu haben, dafs Diastase, wenn man sie vorher einige Zeit feuchter Luft aussetze, eine solche Veränderung

erleide, dafs sie imstande sei, aus Zucker und Dextrin Milchsäure zu bilden. Die Veränderung ging, wie sie angeben, rasch vor sich und fand gewöhnlich ohne Gasentwicklung und auch bei unvollkommenem Luftzutritt statt. Das führte die beiden Chemiker direkt zu Versuchen mit Malz, worüber sie schreiben: „Auf diese Art haben wir eine beträchtliche Quantität Milchsäure erzeugt, indem wir gekeimte Gerste, schwach befeuchtet, zwei bis drei Tage an der Luft stehen lassen, dann zerreiben und in Wasser verteilen, welches wir bei 20—25 °C. erhalten. Dabei erwärmt sich die Flüssigkeit und wird nach wenigen Tagen stark sauer. Unter diesen Verhältnissen ist die Milchsäure stets einfach und nie von sekundären Produkten begleitet, wir haben dabei nie Mannit in der Flüssigkeit gefunden. Hiernach ist es also gewifs, dafs das Pfanzeneiweifs durch seine Veränderung an der Luft die Fähigkeit erlangen kann, die Milchgärung einzuleiten, und dafs die veränderte Diastase sich besonders durch diese Eigenschaft auszeichnet."

Aus diesen Mitteilungen schöpften s. Z. die Lehrbücher der angewandten Chemie, z. B. dasjenige von Dumas, und die Lehrer der Gärungsindustrie ihre Kenntnis von der Milchsäure im sauren Hefegut; sie verbreiteten diese Anschauung in den Kreisen der Praxis. Natürlich wurde auch die entsprechende Theorie gläubig mit in den Kauf genommen; erst viel später sollte diese berichtigt oder vielmehr ersetzt und ihre Stellvertreterin noch später abermals ersetzt werden. Die genannten beiden Forscher, Fremy und Boutron, stellten übrigens gelegentlich ihrer erwähnten Arbeiten experimentell auch schon die Tatsache fest, dafs die Milchsäurebildung z. B. in der sauren Milch, nachdem sie infolge des hohen Konzentrationsgrades der entstandenen Milchsäure von selbst zum Stillstande gelangt ist, durch Neutralisation oder teilweise Abstumpfung mittels eines Karbonats wieder in Gang gesetzt und bei wiederholter Neutralisierung bis zur völligen Aufzehrung des vorhandenen Zuckers und dessen Umwandlung in Milchsäure fortgesetzt werden kann, eine Tatsache, die auch vom Standpunkte der Praxis der Kunsthefebereitung von Bedeutung ist. Doch gelangte man zu der Erkenntnis, dafs bei der Milchsäuregärung stets ein besonderer lebender Mikroorganismus eine Rolle spielt, erst eine Reihe von Jahren später.

## Lüdersdorff.

Im Jahre 1841 stofsen wir auf einen neuen Markstein auf unserem Wege durch die Vergangenheit; es erschien nämlich in diesem Jahre die zweite Auflage „Der Praktischen Anleitung zum Branntweinbrennen" von Pistorius, besorgt durch dessen Schwiegersohn Dr. F. Lüdersdorff, welcher lange Jahre hindurch als höchste Autorität auf dem Brennerei-

gebiet hoch in Ansehen stand. Er war Generalsekretär des Landes-Ökonomie-Kollegiums, Geheimrat im Ministerium und Mitglied des Kuratoriums des damaligen landw. Lehrinstituts in Berlin; er verstarb im Jahre 1886. Sein Buch fand die gröfste Verbreitung und ist von späteren Schriftstellern als Quelle tüchtig ausgebeutet worden; tatsächlich brachte es auch alles, was Wissenschaft und Praxis bis dahin ergründet und den „möglichen Irrungen blofser Wahrscheinlichkeit" entzogen zu haben schienen, in einem leicht fafslichen, gefälligen Sprachgewand.

Das gröfste Verdienst hat sich Lüdersdorff dadurch erworben, dafs er als erster einen Säuremesser, auch Oxymeter genannt, einführte, mittels dessen es möglich wurde, den Säuregehalt in der Maische und im Hefegut mit Sicherheit zu bestimmen; es war das nach dem Thermometer und dem Mikroskop, welches letztere man vorher schon auch wohl ab und zu in Brennereien benutzt, aber mit den damit angestellten Beobachtungen nichts Praktisches anzufangen gewufst hatte, das erste in die Brennerei eingeführte wissenschaftliche Instrument zur Kontrollierung der Kunsthefebereitung. Dasselbe hat wohl kaum einen wärmeren Fürsprecher als Maercker gefunden, welcher sich von ihm kaum trennen mochte und es noch in seinem Handbuch der Spiritusfabrikation vom Jahre 1883 einer eingehenden Besprechung würdigte; da es aber noch auf dem alten Gran-Gewichte beruhte, die zugehörige Ammoniaklösung sich leicht änderte und schliefslich doch auch nicht so genaue Resultate gab wie der von Delbrück eingeführte Titrierapparat, so ist es mit Recht schliefslich wieder aufgegeben worden.

Bezüglich der Gärung folgte Lüdersdorff damals noch im wesentlichen der Liebigschen Ansicht, d. h. er nahm an, dafs sie durch sich zersetzende, in der Lösung, z. B. in der Bierwürze, vorhandene stickstoffhaltige Stoffe eingeleitet wird; es entstehe dabei nach einiger Zeit eine Trübung, welche sich allmählich absetzt. Dieser Bodensatz sei die Hefe; „im Wasser", sagt Lüdersdorff in der erwähnten Anleitung, „ist die Hefe nicht löslich". Hätte er geglaubt, dafs die „kleinen mikroskopischen Kügelchen", welche man schon 200 Jahre vor ihm beobachtet hatte, nichts sind als ebenso viele Pflanzenzellen, wie es durch Schwanns und anderer Untersuchungen bereits bewiesen war, so hätte er von einer Auflösung der Hefe in Wasser nicht reden können. Wufste er auch, dafs Hefe durch Trocknen bei einer dem Siedepunkt des Wassers naheliegenden Temperatur ihre „Kraft" völlig verliert, so meinte er doch, sie könne gleichwohl nach längerer Zeit noch schwache Gärung hervorbringen, und dies sei wohl nur dadurch möglich, „dafs sich aus den Elementen der zerstörten Hefe von neuem Hefe bildet, die nun ihrerseits die Gärung hervorbringt". Dafs man die Hefe als Pflanze bereits angesprochen, wufste Lüdersdorff sehr wohl; aber er war der Ansicht, diese Annahme von



**F. W. Lüdersdorff.**
1801—1886.



**Justus von Liebig.**
1803—1873.

ihrer Pflanzennatur lasse sich mit der Tatsache nicht in Einklang bringen, dafs sie ungestört in Medien fortbestehe, in welchen alle Pflanzen sogleich getötet würden, wie z. B. in einer konzentrierten Zuckerlösung, und daher werde man wohl die Hefe wieder den chemisch toten Gebilden anreihen und von hier aus eine Erklärung suchen müssen. Trotz der Verkehrtheit dieser Auffassung liefs sich damit die Lüdersdorff wohlbekannte Tatsache vereinigen, dafs stickstoffhaltige und am besten stickstoffreiche Materialien in gärenden Flüssigkeiten von wesentlicher Bedeutung für den Erfolg sind; „werden“, sagt Lüdersdorff, „stickstoffreiche Zuckerlösungen gärend gemacht, so findet man eine gröfsere Menge Hefe nach beendigter Gärung wieder, als man angewendet hatte, und zwar in voller gärungerregender Kraft“. In anderer Beziehung aber waren seine Anschauungen bereits wesentlich geklärt; es war ihm bekannt, dafs Hefe z. B. durch Alkohol oder starken Spiritus, Äther, kräftige anorganische Säuren, Alkalien usw. „augenblicklich ihrer gärungerregenden Kraft beraubt“ wird. Seine diesbezüglichen Worte sind für die Beleuchtung unseres Themas so wichtig, dafs wir einige seiner Sätze unverkürzt hier folgen lassen. „Wenn die letztgenannten Substanzen, unmittelbar mit der Hefe in Berührung gebracht, ihre Wirkung gänzlich aufheben, so ist dies nicht immer der Fall, wenn man diejenige Flüssigkeit, welche durch Hefe in Gärung gebracht werden soll, mit geringen Anteilen dieser Substanzen versetzt; ja es sind sogar einige unter ihnen, die unter dieser Bedingung die Gärung sogar befördern oder wenigstens beschleunigen. Obschon also Schwefelsäure geradezu der Hefe ihre Wirksamkeit raubt, so hat sie, in geringer Menge einer gärenden Flüssigkeit zugefügt, keinen nachteiligen Einflufs auf die Gärung. Ebenso verhält es sich mit den anderen Mineralsäuren. Die Pflanzensäuren, welche gleichfalls die Wirkung der Hefe direkt zerstören, üben diesen Einflufs, in geringer Menge beigegeben, nicht nur nicht aus, sondern sie bewirken sogar das Gegenteil, indem sie die Gärung befördern. So kommt eine Zuckerauflösung, der eine geringe Menge Milchsäure, Weinsteinsäure, Zitronensäure, ja sogar Essigsäure zugesetzt worden ist, sichtbar eher in Gärung, als ohne dies, auch ist die Gärung lebhafter und ihr Verlauf schneller. Eine gleiche Wirkung haben die sauren Salze, besonders die der organischen Säuren.“ Lüdersdorff hat wahrscheinlich die Arbeit des Franzosen Quevenne aus dem Jahre 1838 (s. Journ. f. prakt. Chemie Bd. 14, S. 328 u. 458) gekannt, welcher z. B. den Einflufs des Terpentinöls, Kreosots, der verdünnten und unverdünnten Mineralsäuren, der Essig-, Milch-, Wein-, Zitronen- und Blausäure, der Gerbsäure, der Ätzalkalien und kohlensauren Alkalien, des Quecksilberoxyds, des Strichnins, Morphins und Harnstoffs auf die Gärtätigkeit untersucht und dabei Resultate erlangt hatte, die mit Lüdersdorffs Angaben in Übereinstimmung stehen. Aber Lüdersdorffs Ausführungen sind doch

derart positiv und von innerer Überzeugung getragen, dafs man annehmen mufs, er habe selbst experimentell geforscht und viel beobachtet. Über die Art seiner Versuchsanstellung erfahren wir allerdings leider nichts. Die Alkalien bezeichnete er als in allen Fällen gärungsstörend; er hielt sie für ein passendes Mittel, einen Überschufs von Säure, „die entweder in der Flüssigkeit vorhanden war oder sich neben der Gärung gebildet hatte, zu beseitigen“. Diese bezüglich der Säuren von Lüdersdorff vorgetragenen Ansichten dürfen um so eher, als auf eigenen nachprüfenden Versuchen basierend, angenommen werden, als zwar betreffs der Weingärung von anderer Seite in gleicher Richtung angestellte Untersuchungen schon vorlagen, diese aber sich widersprachen, denn nach Leuchs sollten alle starken Säuren, z. B. die Schwefelsäure, schon in sehr starker Verdünnung die Weingärung hemmen, während von Braconnot bezüglich verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure die Hinderung der Gärung verneint war. Die salpetrige Säure und die schweflige Säure dagegen hatten diese beiden Forscher schon früher als Gärungshemmnisse erkannt (vgl. Erdmanns Journal für prakt. u. ökon. Chemie 1829, S. 148 u. 1832, S. 292).

In den Kapiteln seines Buches, in denen Lüdersdorff von der Kunsthefe handelt, kommt hinsichtlich der Gärung allerdings eine etwas andere Ansicht zum Ausdruck, denn hier erklärt er schlankweg, dafs es eine alkoholische Gärung ohne Hefe nicht gibt; dabei hielt er es aber — ein Zeichen der Zeit — für angezeigt, noch besonders hervorzuheben, dafs es den höchsten Grad von Unwissenheit oder Scharlatanerie bekunde, wenn man eine Mischung aus kohlensauren Salzen für eine Kunsthefe ausgebe. Damit war also wenigstens so manche der oben bereits erwähnten Mafsnahmen der früheren Zeit, welche man sicher grofsenteils in gutem Glauben benutzt hatte, endlich gerichtet und abgetan. Lüdersdorff schrieb aber den Säuren nicht nur eine die Gärung, sondern auch eine die Erzeugung der Hefe fördernde Kraft zu; „selbst Mineralsäuren sind hiervon nicht ausgeschlossen, doch sind es besonders organische Säuren, welche gärende Flüssigkeiten, doch stets auf Unkosten der Alkoholbildung, zur Erzeugung einer reichlichen Hefe veranlassen“. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtete er auch die Schlempehefe, die mit Malz- und Roggenschrot gemaischt und mit Hefe versetzt wurde; in solchem Gute bildete sich nach seiner Ansicht eine reichliche Menge Hefe und es stellte sich in der Maische auch eine lebhafte Gärung ein. Er schrieb ihr aber den Nachteil zu, dafs die Schlempe immer eine gewisse Menge Essigsäure enthalte, infolgedessen durch eine solche Hefe der Hauptmaische von vornherein die Essigbildung eingeimpft werde. Über die Ursache der Säurebildung im Hefegut konnte sich Lüdersdorff noch keine Rechenschaft geben; er begnügte sich mit der Erklärung, dafs konzentrierte Maische, wenn sie 20 bis 30 Stunden bei 30° R. sich selbst überlassen werde, eben

säuert, wie Biertreber, Milch, Sauerkohl und dgl. auch. Die dabei entstehende Säure sei aber nicht Essigsäure, sondern Milchsäure, und gerade diese sei es, welche vorzugsweise eine gärende Masse disponiere, mehr Hefe zu erzeugen, als sie sonst erzeugt haben würde. Offenbar kannte Lüdersdorff die oben erwähnten Untersuchungen von Fremy und Boutron.

Lüdersdorff geht sodann in seinem Buche dazu über, eine ausführliche Vorschrift über Kunsthefe, doch nur eine einzige Art davon, nämlich die in der Pistoriusschen Brennerei „seit vielen Jahren" benutzte sog. Kartoffelhefe und eine danach modifizierte Getreidehefe mitzuteilen. Wir entnehmen seiner viele Seiten umfassenden Beschreibung natürlich nur das prinzipiell Wichtige. Lüdersdorff hält Luft-, Darr- und Grünmalz für Getreidehefe, von der wir hier allein handeln, für gleich gut, sei es, dafs man nur Malz oder zugleich auch Getreide mitmaischte; die Endtemperatur im Hefegut soll nach dem Maischen 54° R. betragen. Dasselbe bleibt 30—36 Stunden ruhig stehen, und zwar zugedeckt, wenn die Lufttemperatur 10° R. beträgt, jedoch offen, wenn die Luft wärmer ist. Nach Ablauf der Säuerungszeit soll das Gut 20° R. zeigen und sei daher zum Anstellen mit Mutterhefe reif; nach 14—16 Stunden habe die Gärung ihr Maximum erreicht, was man am Fallen der Maische erkenne. Dies ist der Moment, in welchem die Hefe verbraucht werden mufs; darüber sind also etwa 52 Stunden vergangen und sie wird mithin am dritten Tage nach ihrer Darstellung benutzt. Vor dem Verbrauch wird die Mutterhefe abgenommen, und damit sie nicht lebhaft fortgären und an Säure nicht zunehmen kann, wird sie kaltgestellt. Die Säuerungsgrade sollten nach Lüdersdorff betragen: gleich nach dem Maischen kaum $^1/_2$°, nach 24 Stunden 3°, nach 36 Stunden $3^1/_2$° und nach dem Reifen der Hefe im Momente des Verbrauchs $5^1/_2$° (2° nach Lüdersdorff = etwa 1 ccm Normalnatronlauge auf 20 ccm Maischfiltrat). Zu starker Säuerung im nicht angestellten Hefegut sollte durch eine Abkürzung der Gärungszeit vorgebeugt werden; ein Zuviel an Säure in der Mutterhefe sollte durch Soda abgestumpft werden; die Mutterhefe sollte nach 8stündigem Stehen höchstens einen halben Grad mehr zeigen. Sollte sich Essigsäurebildung beim Gären des Hefegutes einstellen, so solle man pro Pfund Schrot $^1/_2$ Pfund Hopfen mit Wasser kochen und das kalte Produkt beim Stellen dem Hefegut zusetzen, nicht aber schon beim Maischen, weil durch den Hopfen die Milchsäurebildung gehindert oder unterdrückt werde. Wie Haydncks unten erwähnte Untersuchungen zeigten, hatte Lüdersdorff bezüglich der Milchsäure ganz recht, aber bezüglich der Essigsäure irrte er sich (vgl. Zeitschrift f. Spir.-Ind. 1888, S. 381). (Dafs Hopfen in einer auf 60—70° C. erhitzten Würze auch Buttersäure nicht aufkommen läfst, hat Pasteur mitgeteilt [Études sur la bière, S. 16].) Das Saccharometer benutzte man zu Lüdersdorffs Zeit in Brennereien noch nicht. Je mehr

Säure in der Hauptmaische, desto weniger Spiritus, war damals schon Erfahrungssatz; nach 24 Stunden $1^3/_4$ Grad, nach 48 Stunden $2^1/_2$ Grad und nach 65 Stunden $3^1/_2$ Grad in der Hauptmaische galten als normal. Das saure Hefegut sollte natürlich sauer schmecken, sollte jedoch nicht im mindesten sauer riechen. Das damals schon aus mehreren Gründen so sehr gefürchtete Aufgären des nicht mit Hefe angestellten Hefegutes schrieb Lüdersdorff entweder nicht hinreichender Reinheit der Gefäfse oder aber „einer besonders vorwaltenden Disposition des gemischten Schrotes zur Selbsterzeugung von Hefe“ zu. Letztere Ansicht, welche sich aus Lüdersdorffs theoretischen, oben erwähnten Anschauungen erklärt, war für die Praxis gewifs sehr verhängnisvoll, weil sie für den groben Verstofs gegen die Reinlichkeit noch eine Entschuldigung offen liefs. Wie falsch auch die von Lüdersdorff aus dem eben Mitgeteilten erkennbaren, noch für richtig gehaltenen Grundsätze bezüglich der Säurezunahme im angestellten Hefegut und in der gärenden Hauptmaische waren, braucht kaum besonders dargelegt zu werden. Tatsächlich blieb er aber lange Jahre im Besitze einer unangefochtenen Autorität; erst die Forschungen Pasteurs und die daran sich anschliefsenden, später auch dem Praktiker vermittelten neuen Gesichtspunkte und Anregungen liefsen seinen Ruhmesstern erbleichen.

## Pasteur.

Wie wir oben gesehen haben, wufste man bereits, dafs beim Zusammenbringen zuckerhaltigen Wassers mit einer stickstoffhaltigen Substanz, z. B. tierischer Membran, Eiweifs, Kasein usw., der Zucker in Milchsäure übergeht, aber die Erklärung dieses Vorganges war eine sehr dunkle; man hatte zwar schon das Auftreten lebender Organismen bei der Milchsäuregärung beobachtet, aber nicht ohne zugleich der Meinung Ausdruck zu verleihen, dafs das Auftreten dieser Organismen zufällig und sogar schädlich sei. Da trat Ludwig Pasteur im Jahre 1857 mit seiner ersten Arbeit über die Gärung hervor und wies nach, dafs die Milchsäure unter den genannten Bedingungen von einem organisierten Ferment dem Pilz der Milchsäurehefe, hervorgerufen wird (Annales de chimie et de physique, 3. Serie, Bd. 52, S. 404). Er lehrte zugleich eine Methode, wie man diesen Pilz in nach damaligen Begriffen reinem Zustand gewinnen kann; wir können die betreffenden Einzelheiten hier nicht mit teilen, erwähnen jedoch die interessante Tatsache, dafs Pasteur als Nährmedium für die Milchsäurehefe eine Abkochung von Bierhefe benutzte, welche er später bei seinen ausgedehnten Studien über die alkoholischen Hefen usw. regelmäfsig anwandte. Die Milchsäuregärung liefs er bei 30 bis 35° C. sich vollziehen, wobei er es für gut hielt, die Luft durch ein-

geleitete Kohlensäure auszuschliefsen. Nur mit Mühe und nicht in allen Fällen gelang es indessen Pasteur, eine von Nebengärungen ungestörte Milchsäuregärung durchzuführen; als wichtigste Bedingungen für die reine Milchsäuregärung bezeichnete er die Reinheit und Gleichartigkeit des benutzten Pilzmaterials und seine freie und ungehinderte Entwicklung mit Hilfe einer seiner Individualität zusagenden Nahrung. Man müsse ferner die neutrale, saure oder alkalische Reaktion und die chemische Zusammensetzung der Nährflüssigkeit berücksichtigen, denn von diesen Umständen hänge es ab, ob der eine oder der andere Pilz die Oberhand erlange. Hier stellte Pasteur auch schon den Satz auf, welche seiner und seiner Vorgänger Theorie der alkoholischen Gärung prinzipiell ebenfalls zugrunde liegt, indem er aussprach, dafs die chemische Einwirkung des Milchsäurepilzes auf den Zucker von seiner Entwicklung und Organisation abhängig sei.

Hiermit könnten wir, wenn wir uns streng an die Reihenfolge der Jahre halten wollten, Pasteurs Arbeiten einstweilen wieder verlassen, allein wir ziehen es vor, dem Gange der Dinge etwas vorzugreifen und im Zusammenhange, wenngleich noch so kurz, auch die anderen Tatsachen wenigstens aufzuzählen, welche Pasteur bezüglich der Hefe festgestellt hat und durch die er für die Gelehrten im Laufe von fast 40 Jahren ein theoretischer Führer in steigendem Mafse geworden und auch nicht ohne Einflufs auf die leitenden Gedanken bei der Ausbildung der Kunsthefe, obgleich vielfach unbewufst auf Seiten der Praxis, gewesen ist.

Pasteurs Abhandlung über die Prüfung der Lehre von der Urzeugung, welche auf im Jahre 1857 begonnene Arbeiten zurückdatiert und im Jahre 1862 erschienen ist (Annales de ch. et de ph. Bd. 64), verdient infolge ihrer exakten genialen Beweisführung Bewunderung, obgleich von Ingenkamp nachgewiesen ist, dafs Schwann und andere die Frage der Urzeugung vor Pasteur prinzipiell bereits erledigt hatten. Von letzterer Tatsache hatte aber die Gärungspraxis keine Notiz genommen. Pasteur zeigte insbesondere, dafs die Eiweifsstoffe für die Keime von Bakterien, Schimmelpilze usw. nur die Rolle von Nahrungsmitteln spielen, welche man durch Ammoniaksalze und Phosphate ersetzen kann, und die Organismen aus diesen Stoffen und aus Zucker sich aufzubauen, fortzupflanzen und ihre bekannten Funktionen auszuüben vermögen. Die sogenannte Selbstgärung des Hefegutes war also gerichtet und der Nachweis geliefert, dafs alle lebenden, schädlichen und unschädlichen Fermente der Gärungspraxis, einschliefslich der Hefe, der Luft oder dem angewandten Rohmaterial für die Maischen entstammen oder aber sich bereits vorher auf den Wandungen der benutzten Gefäfse für die Maische usw. niedergelassen haben und somit eine Infektion mittels Urzeugung nicht möglich ist.

Pasteurs erste ausführliche Abhandlung über die alkoholische Gärung mittels Hefe erschien im Jahre 1860 (Annales de ch. et de ph.

Bd. 58, S. 323), nachdem er deren reichen Inhalt in den kurz vorhergehenden Jahren schon der Akademie der Wissenschaften vorgetragen oder auszüglich veröffentlicht hatte. Es besitzt die Arbeit, obgleich sie nicht auf der Basis der Einzellen-Reinzucht beruht, einen dauernden Wert; sie liefert auch wichtige wissenschaftliche Grundlagen für die Kunsthefebereitung. Zunächst kannte man bis dahin noch nicht einmal alle die Produkte, welche bei der Zerlegung des Zuckers mittels alkoholischer Gärung entstehen, und selbst bezüglich des Alkohols und der Kohlensäure wufste man nicht richtig Bescheid. Lavoisier, der Begründer der modernen Chemie, kannte die wahre Zusammensetzung des Rohrzuckers auch nicht, gelangte aber durch einen seltsamen Ausgleich seiner falschen Voraussetzungen zu einer den theoretischen Anforderungen seiner Zeit entsprechenden Gärungsgleichung. Mehrere andere französische Forscher bereicherten allmählich die Wissenschaft mit diesbezüglichen neuen Tatsachen; Lavoisier hatte auch schon beobachtet, dafs bei der normalen Gärung in geringer Menge eine Säure auftritt, und andere bestätigten diese Beobachtung, indem man die Säure anfangs für Essigsäure und später für Milchsäure hielt. Man hielt aber die betreffende Säure für ein zufälliges Nebenprodukt und nahm allgemein an, dafs der Traubenzucker bei der Gärung glatt in je zwei Moleküle Alkohol und Kohlensäure zerfällt. Demgegenüber stellte indessen Pasteur experimentell fest, dafs die erwähnte Säure Bernsteinsäure[1]) ist und neben ihr als unvermeidliches Gärungsprodukt der Bierhefe Glyzerin entsteht, und dafs die Hefe zu ihrem eigenen Aufbau und zur Bildung von Fett die Zuckersubstanz benutzt, so dafs 5—6 °/₀ des Zuckers der Zerlegung in Alkohol und Kohlensäure ausnahmlos entzogen bleiben. Dagegen wurde das Auftreten von Milchsäure bei der normalen Gärung, als von dem die angewandte Hefe verunreinigenden Milchsäureferment herrührend, erwiesen. Vor Pasteur war bereits beobachtet worden, dafs die Bierhefe während der normalen Zuckervergärung an Stickstoff einbüfst und in der Gärungsflüssigkeit Stickstoffsubstanz in Lösung geht; nach dem Vorgang Döbereiners nahmen alle Chemiker an, dafs dieser Stickstoff in Form eines Ammoniaksalzes in Lösung gehe. Pasteur aber bewies, dafs dieser Stickstoff nicht in Ammoniak verwandelt wird, sondern in Gestalt einer eiweifsartigen Verbindung in Lösung geht, und die Hefe im Gegenteil imstande ist, Stickstoff z. B. aus weinsaurem Ammoniak sich zu assimilieren, also Eiweifs daraus aufzubauen. Der bereits erwähnten, namentlich von Liebig verteidigten Gärungstheorie zufolge hätte man annehmen sollen, dafs Hühnereiweifs ein vorzüglicher Nährstoff für die Hefe

[1]) Bernsteinsäure, als regelmäfsiges Gärungsprodukt, hatte übrigens bereits im Jahre 1847 Dr. C. Schmidt in Dorpat nachgewiesen. Vgl. Liebigs Annalen Bd. 126, S. 126.

sei; Pasteur fand aber zu seinem gröfsten Erstaunen, dafs gerade das Gegenteil der Fall ist und dafs eine Abkochung solchen Eiweifses allenfalls nur dann einigermafsen die Hefe zu ernähren vermag, wenn es unter dem Einflufs von Bakterien usw. bereits eine gewisse Zersetzung erfahren und lösliche Spaltungsprodukte geliefert hat. Mit Bluteiweifs machte Pasteur ähnliche Erfahrungen; andere zahlreiche Beobachtungen lehrten ihn, dafs es ganz auf die Art der Eiweifskörper ankommt, ob sie der Hefe als Nahrung dienen können oder nicht; in dieser Beziehung liefern also Pasteurs Versuche eine Bestätigung der ihm unbekannten praktischen Erfahrung, welche, wie wir oben bereits gesehen, lange vorher schon Lüdersdorff veröffentlicht hatte. Auch dafs die Hefe ohne mineralische Stoffe, insbesondere phosphorsaure Alkalien, z. B. die an phosphorsaurem Kali reiche Hefeasche oder phosphorsaure Magnesia, sich nicht zu vermehren vermag und die Gärung verlangsamt wird, wies Pasteur experimentell nach. Dafs aber eine Bierhefeauskochung, welche Pasteur fast in allen seinen Laboratoriumsversuchen benutzte, wovon wir oben bereits einen Fall erwähnt haben, ein gutes Nährmittel für Hefe darstellt, ist, wie er selbst angibt, nicht seine Entdeckung, sondern die des französischen Chemikers Colin; beiläufig sei nach Pasteurs Vorgang ebenfalls die Tatsache, für welche wir uns weiter unten noch interessieren werden, hervorgehoben, dafs schon der berühmte Chemiker Chevreul darauf aufmerksam machte, dafs die in der Gärungsflüssigkeit sich ansammelnden Gärungsprodukte die Gärung verlangsamen. Diese Angabe fand Pasteur bestätigt, indem er z. B. fand, dafs eine Hefe in einer Zuckerlösung fast gar nicht gärt, wenn man dieser Lösung von vornherein so viel Alkohol und Bernsteinsäure hinzufügt, als dieselbe Hefe unter Entfaltung einer lebhaften Gärung in einer reinen Zuckerlösung selbst zu erzeugen imstande wäre. Andererseits konnte Pasteur konstatieren, dafs destomehr Bernsteinsäure und Glyzerin und um so weniger Alkohol sich bei der Gärung bilden, je länger diese sich hinzieht, je älter und erschöpfter die Hefe ist und wenig oder schlecht geeignete Nahrungsmittel ihr zur Verfügung stehen. Die den Brauern und Brennern bereits 100 Jahre vorher bekannte Wichtigkeit eines richtigen Aussaatquantums an Hefe, namentlich die Vermeidung eines zu kleinen Quantums für die Unterdrückung von Nebengärungen, ist natürlich, kann man sagen, von Pasteur auch geprüft worden; auch entdeckte er, dafs die Hefe nach dem Verbrauch des ihr zu Gebote stehenden Zuckers und unter anderen Umständen ihre eigene Substanz zur Bildung von Alkohol und Kohlensäure angreifen kann.

In der oben besprochenen Abhandlung entwickelt Pasteur auch die allerdings prinzipiell nicht mehr neue, aber ihm, als ihrem Urheber fälschlich zugeschriebene Theorie der alkoholischen Gärung, welche er in dem Satze zusammenfafst: „Der chemische Vorgang der Gärung

beruht im wesentlichen auf einer Lebenstätigkeit, welche mit ihr anfängt und aufhört." Eine analoge Vorstellung machte er sich auch über die Milchsäure-, die Buttersäure-Gärung usw. Bescheiden gesteht er zu, dafs er mit dieser Erklärung die innere Ursache für den Zerfall des Zuckers bei der Gärung nicht aufgedeckt hat und er darüber ganz und gar nichts wisse. Und die damals bekannten und in den folgenden 40 Jahren entdeckten Tatsachen bestätigten anscheinend Pasteurs Ansichten, wenigstens folgten ihnen die meisten Forscher. Liebigs und anderer Anschauungen über die Gärung betrachtete er als mit den Tatsachen nicht im Einklang, weshalb er sie mit eingehender Begründung verwarf.[1])

Weitere neue Tatsachen über die Hefe veröffentlichte Pasteur im Jahre 1862 (Bulletin de la soc. ch. de Paris, 7, S. 66), indem er zeigte, dafs Hefezellen nicht, wie man bisher häufig angenommen hatte, aus Bakterien sich entwickeln können; benutzt man nämlich den Kunstgriff, eine zuckerhaltige Lösung, welche man der freiwilligen Gärung (d. h. ohne künstliche Hefeaussaat) überlassen will, vorher anzusäuern, so entwickeln sich nach seinen Erfahrungen nicht, wie in neutralen oder ganz schwach sauren Lösungen, immer zuerst Bakterien und dann erst Hefezellen, sondern letztere erscheinen allein, und die Bakterien, wenn sie vorhanden sind, bleiben unterdrückt. Ein bedeutsames Fingerzeichen für den Kunsthefebereiter! Auch Andeutungen über den günstigen Einflufs der Luft auf die Entwicklung der Hefe finden wir damals schon bei Pasteur, aber die von ihm selbst aufgeworfene Frage, ob Bierhefe und die im Most sich freiwillig einstellende Hefe identisch sind, wagt er im verneinenden Sinne in genannter Arbeit noch nicht bestimmt zu beantworten, eine Tatsache, welche ein helles Licht auf den damaligen Stand der einschlägigen Kenntnisse wirft.

Eine Zusammenfassung und wesentlich erweiterte Begründung von Pasteurs bisherigen experimentellen Arbeiten über die Hefe und die alkoholische Gärung, sowie die Feststellung vieler neuer Tatsachen lieferte Pasteur in seinem im Jahre 1876 erschienenen Werke Études sur la bière; der Gedanke zu ihrer Ausführung entstand und reifte in ihm infolge der Niederlagen Frankreichs im deutsch-französischen Kriege, nach dessen Beendigung Pasteur sich sogleich an die Arbeit begab, mit dem patriotischen Vorsatz, durch sie einen dauernden Markstein des Fortschritts

[1]) Wir möchten hier noch auf die von Pasteur als sehr seltsam bezeichnete Tatsache hinweisen, welche von mehreren Autoren, die über den Auftrieb der Hefe geschrieben haben, übersehen zu sein scheint und welche darin besteht, dafs die Kohlensäurebläschen, welche in gärender Flüssigkeit entstehen, niemals von den Hefezellen selbst, sondern ausschliefslich von anderen in der Flüssigkeit nie fehlenden festen Körpern ihren Anfang nehmen. Annales l. c. Bd. 63, S. 332—333.

für das Brauereigewerbe zu schaffen, in welchem Deutschland eine Überlegenheit behauptete. Diesen wissenschaftlichen Erfolg hat Pasteur ohne allen Zweifel erreicht; die Überflügelung der deutschen Bierindustrie blieb zwar aus, aber immerhin hat Pasteurs Grundsatz, Bier aus einer völlig sterilen Würze mittels einer reinen, von fremden Hefen und Bakterien freien Bierhefe unter Fernhaltung jeder Infektion herzustellen, allerdings unter anderen Händen, anderen Verhältnissen und erst später sich als äufserst fruchtbar auch für die Praxis erwiesen.

Wir heben hier aus den genannten „Studien“ einige Tatsachen hervor, welche zu unserem Thema in nächster Beziehung stehen. Dafs Bakterien, Schimmelpilze und Hefe weder ohne Mutterkeime entstehen, noch dafs die einen in die anderen übergehen oder künstlich verwandelt werden können, wurde eingehend von Pasteur nachgewiesen. Nicht die Hefezellen allein, sondern alle Zellen von Pflanzen können unter geeigneten Bedingungen Zucker in Alkohol und Kohlensäure spalten; beispielsweise trifft das für Schimmelpilze bei sehr spärlichem oder unterdrücktem Sauerstoffzutritt zu. Hefe läfst sich, z. B. mittels Gips, trocknen, ohne getötet zu werden; verschiedene alkoholische Hefen lassen sich auf Grund ihrer verschiedenen Widerstandsfähigkeit voneinander trennen, d. h. so behandeln, dafs nur eine Art des Gemenges übrig bleibt. Pasteur bediente sich hierzu der Weinsäure und führte damit das erste Reinzuchtverfahren ein, welches aber, wie Hansen gezeigt hat, nicht zum Ziele führte und sich vom Einzellen-Reinzuchtverfahren Hansens wesentlich unterscheidet. Auf die Unvollkommenheit dieses seines Verfahrens sind wohl auch einige seiner Irrtümer zurückzuführen. Besondere Versuche widmete Pasteur dem Einflufs des Sauerstoffs auf die Hefe; er zeigte, dafs die Hefe im allgemeinen eine um so gröfsere Gärkraft entfaltet, je weniger freier Sauerstoff ihr dargeboten wird, und dafs umgekehrt die Vermehrung und das Wachstum der Hefe mit dem Mafse der Lüftung des betreffenden Mediums (Maische, Würze) steigt. Liest man das betreffende Kapitel in seinen Études sur la bière, so mufs man sich wirklich wundern, dafs die Lufthefefabrikation, wie wir sie heute kennen, sich nicht unmittelbar aus seinen theoretischen Arbeiten entwickelt hat, sondern erst etwa 15 Jahre nach der Veröffentlichung seiner oben genannten Études ins Leben trat.

Doch ist Pasteur, wie man aus dieser Bemerkung schliefsen könnte, keineswegs ohne Beziehungen zur Praxis gewesen; besonders stand er in regem Verkehr mit den bedeutendsten französischen Bierbrauern. Auch die Einführung des Ammoniaks in passender Form als Nährmittel für die Hefe hat Pasteur im grofsen einzuführen versucht. (Man vgl. hierzu z. B. S. 248, S. 326 und die Vorrede zu seinen Études sur la bière.)

Hatten Pasteurs Arbeiten auf dem Gärungsgebiet zur Folge, dafs sich fast alle Naturforscher und Techniker seinen Ansichten anschlossen,

so fehlte es ihm doch auch nicht an einigen gelehrten Gegnern. Grollend stellte sich ihm namentlich Liebig in seiner im Jahre 1870 erschienenen letzten Arbeit (s. Liebigs Annalen Bd. 153) entgegen, welche sich indessen im wesentlichen auf eine negierende Kritik und eine Bemängelung der Arbeitsweise Pasteurs beschränkte, gegen die sich aber Pasteur in seinen Études sur la bière sachlich, und ohne Zurückweichen zu müssen, gut verteidigen konnte. Mit der von Pasteur nachgewiesenen Möglichkeit der Vermehrung von Hefe in einer Zuckerlösung, welche im übrigen lediglich mineralische Substanzen enthielt, vertrug sich eben Liebigs Gärungstheorie damals nicht; „wenn wir die Forscher mit dem Mikroskop fragen,“ bemerkt Liebig ärgerlich, „was denn das Milchsäure-, Buttersäure- usw. Ferment eigentlich ist, so empfangen wir als Antwort den Namen einer Pilzspezies! Es wird wohl niemand den Nutzen mikroskopischer Beobachtungen bestreiten wollen, aber man sollte doch endlich zur Einsicht kommen, dafs man Ursachen auch mit Mikroskopen nicht sehen kann!“

Pasteur hatte sich schon lange vor seinem im Jahre 1895 erfolgten Tode anderen, insbesondere medizinischen Forschungsgebieten zugewandt, auf die wir hier nicht einzugehen haben. Für die Gärungswissenschaft aber ist er mehr als 40 Jahre lang direkt oder indirekt ein Lehrer gewesen, welcher sie durch neue, fruchtbare Ideen, Methoden und Apparate bereicherte, und die beiden letzteren kann mit wenigen Ausnahmen bis auf den heutigen Tag kein wissenschaftlich angelegtes Gärungslaboratorium entbehren. Hat auch keine seiner Arbeiten, mit vielleicht einer oder zwei Ausnahmen, unmittelbar zu neuen Verfahren in der Kunsthefebereitung geführt, so haben doch die von ihm festgestellten Tatsachen die Triebfeder und Richtung abgegeben, in und mittels welcher der Fortschritt viele Jahre lang erstrebt und gefördert wurde. La prévision d'inventeur sagace, von der Pasteur einmal in den erwähnten Studien spricht, hat sich bei ihm selbst als die Seherkraft des scharfsinnigen Experimentators und Gelehrten in vorzüglicher Weise bewährt.

## Mayer, Schultze und Trommer.

Dr. Adolf Mayer war der erste, welcher die Arbeiten Pasteurs mit praktischen Zielen im Auge aufnahm und in gewisser Richtung weiterführte; man findet sie in der älteren Literatur auszugsweise sehr oft angezogen. Wir stützen uns hier auf seine Habilitationsschrift, welche den Titel trägt: „Untersuchungen über die alkoholische Gärung, den Stoffbedarf und den Stoffwechsel der Hefepflanze“ (1868).

Mayer arbeitete mit 15prozentigen, aufgekochten Zuckerlösungen, welchen er in der ersten Versuchsreihe als Nahrungsmittel für die ausgesäte Hefe stets salpetersaures Ammoniak, andererseits aber in wechselnden Mengen gewisse andere Salze (Aschenbestandteile) zusetzte und die Gärungs-

intensität aus dem Kohlensäureverluste mittels Gärfläschchen bestimmte, die im Prinzip mit der später von Hayduck benutzten Gärflasche übereinstimmten. Es wurden auf ihre Wirkung u. a. folgende Salze geprüft: phosphorsaures Kali, Natron und Ammoniak, Gips, phosphorsaurer Kalk, schwefelsaure Magnesia, Kalisalpeter und Eisensalze; die Experimente verliefen indessen in nicht wenigen Fällen nicht mit Pasteurscher Eleganz, indem trotz der Anwendung gereinigter Hefe andere Organismen sich geltend machten. Mayer fand, „dafs von den angewandten Aschenbestandteilen nur das phosphorsaure Kali zum Chemismus der Zerlegung von Zucker in Alkohol, Kohlensäure und einige andere Körper allein in einer innigen Beziehung steht“. Phosphorsaurer Kalk und Kalisalpeter übten ebenfalls eine bedeutende Wirkung aus; wird als Aschenbestandteil phosphorsaures Kali allein angewendet, so degeneriert die Hefe nach einigen Generationen. Es müssen also noch andere mineralische Nährstoffe hinzukommen, wenn das Aschenbedürfnis der Hefe vollständig befriedigt werden soll; schwefelsaure Magnesia und phosphorsaurer Kalk genügen in dieser Beziehung völlig.

Auf ihre Geeignetheit als stickstoffhaltige Nahrung für die Hefe wurden von Mayer u. a. folgende Stoffe geprüft: Kasein, Albumin, Koffein, Harnstoff, Asparagin, Pepsin, phosphorsaures und salpetersaures Ammoniak, salpetersaures Kali. Die beiden ersten Stoffe erwiesen sich als unfähig zur Ernährung der Hefe; Harnstoff und Asparagin waren von günstigem Einflufs, dagegen wirkte Koffein fast wie ein Gift; salpetersaures Ammoniak erwies sich als ein sehr günstiges, phosphorsaures Ammoniak aber als ein sehr ungünstiges Nahrungsmittel. Salpeter, das hauptsächlichste stickstoffhaltige Nahrungsmittel der höheren Pflanzen, scheidet völlig aus als Nahrungsmittel für Hefe. Als das vollkommenste und allerbeste stickstoffhaltige Nährmittel für Hefe stellte sich das Pepsin heraus; Mayer nahm an, dafs auch die Diastase des Malzes, mit welcher er aber nicht experimentierte, analog dem Pepsin die Hefe zu ernähren vermag. Diese Annahme ist bekanntlich von G. Heinzelmann als zutreffend bestätigt worden (vgl. Zeitschrift für Spiritusindustrie 1897, S. 296 u. 1898, S. 357).

Dem „Altweibergeschwätz“ über die Ernährung der Hefe, ein Ausdruck, den sich einst Liebig gegenüber Mitscherlich erlaubte, war jedenfalls durch Mayers eben erwähnte Versuche, trotzdem man sie oft, z. B. auch Maercker, ehrenvoll erwähnte, noch nicht der Boden entzogen; dafür waren sie, insonderheit bezüglich der eiweifsartigen Stoffe, infolge Auftretens von Organismen neben der ausgesäten Hefe viel zu unsicher ausgefallen. Infolgedessen wagte es auch Mayer nur mit äufserster Vorsicht, aus ihnen praktische Schlüsse für die Kunsthefebereitung und die Prefshefefabrikation zu ziehen; er riet nur bedingungsweise zu Versuchen mit saurem phosphorsauren Kali und mit Auszügen

der tierischen Magenschleimhaut zur Kräftigung der Gärung und gab der Meinung Ausdruck, dafs es sich vielleicht empfehlen würde, das teure phosphorsaure Kali durch die billigen Stafsfurter Kalisalze und durch Superphosphate zu ersetzen (vgl. Zeitschrift für deutsche Spiritusfabrikanten 1871, S. 69).

Gleichzeitig mit Adolf Mayer trat nach langer Ruhepause auch wieder ein Praktiker, welcher einen Blick in die Wissenschaft getan hatte, auf, um die Milchsäuregärung der Maische und damit auch die Vorgänge der Kunsthefebereitung mittels Experimente aufzuhellen; es war dies W. Schultze, Brennereitechniker in Stettin, später Brauereidirektor in Wien. Etwa 28 Jahre waren vergangen seit der Veröffentlichung der erwähnten Arbeiten von Fremy und Boutron und über 10 Jahre, seit Pasteur gefunden hatte, dafs die Milchsäuregärung des Zuckers in der Milch durch einen bestimmten Organismus verursacht wird, und man hatte sich zwar eine Meinung darüber gebildet, aber noch immer keine Gewifsheit darüber verschafft, ob denn etwa die Milchsäure auch im Hefegut durch die Milchsäurehefe veranlafst werde. Den Beweis lieferte erst Schultze in für die damalige Zeit (1868) völlig einwandfreier Weise durch mikroskopische Untersuchungen von Maischeproben und filtrierten Maischen, welche in vergleichender Weise teils in durch Kochen sterilisiertem, teils unter verschiedenen Umständen mit atmosphärischem Staub oder Staub von Getreide und Malz oder durch Milchsäurebakterien infiziertem Zustande beobachtet wurden. Dafs die Milchsäurehefe zum Aufbau ihres plasmatischen Inhalts notwendig des Stickstoffs bedarf und dafs mithin dieser der Hefe in ihrem Medium, also z. B. einer Maische in gelöster, assimilierbarer Form dargeboten werden müsse, ergab sich ohne weiteres auch für Schultze aus den schon bekannten Tatsachen; er glaubte aber aus gewissen bei der Säuerung in verschieden zusammengesetzten Maischen beobachteten Tatsachen schliefsen zu müssen, dafs die Milchsäuregärung nicht von dem absoluten Stickstoffgehalt der Maischen, sondern von einem eigentümlichen Mischungsverhältnis zwischen Proteinverbindungen und Zucker, zwischen Eiweifsstickstoff und Kohlenhydrat abhängig sei, um so mehr als bereits Hallier eine solche Behauptung für die Milchsäurebildung in der Milch aufgestellt und angeblich bestätigt gefunden hatte. Nun enthält aber die Milch den Milchzucker und die Proteinverbindungen in dem ungefähren Verhältnis von 1 : 1; da jedoch der Zuckergehalt der Maischen ihren Stickstoffgehalt um ein Vielfaches übertrifft, so folgerte Schultze, dafs dieses Verhältnis ein ungünstiges in den Maischen sei, und dafs man es durch vermehrten Verbrauch von Roggen gegenüber dem Malze verbessern könne. So würde nach Schultze z. B. eine Hefemaische, in deren Schrotgemisch Roggen und Malz in dem Gewichtsverhältnis von 2 : 5 enthalten sind, eine viel längere Säuerungsperiode ertragen und erfordern, als eine solche, bei

welcher das Verhältnis der genannten Rohstoffe 5 : 5 ist. Auch Delbrück suchte einige Jahre später bei der von ihm angegebenen Schlempehefe lange nach einem richtigen Nährstoffverhältnis; noch später legte man demselben keine Wichtigkeit mehr bei.

Bezüglich der Temperatur hegten die Brennereipraktiker bis dahin den Glauben oder die Furcht, dafs Maische, sobald die Verzuckerungszeit über $1^1/_2$ oder $2^1/_2$ Stunden ausgedehnt werde, einer reifsend schnellen Säuerung anheimfalle; Schultze widerlegte jene Annahme durch analytische Versuche. Sinke jedoch die Temperatur der Maische von 48° R. langsam bis 40° R., so finde eine ganz allmähliche, nicht reichliche Bildung von Milchsäurehefe statt; schnelle, kräftige Bildung gehe aber innerhalb der Temperaturgrenzen 40° R. und 20° R. vor sich und die in der Entwicklung günstigste Temperatur scheine zwischen 28° und 35° R. zu liegen.

Auf Grund eines Versuchs hielt sich Schultze zu der Annahme berechtigt, dafs die Milchsäurebildung in verdünnter Maische schneller und umfangreicher stattfinde als in konzentrierter Maische (von 5 bezw. 10 %). Auf Grund der Versuche von Fremy und Boutron (s. oben) konnte bereits vorausgesehen werden, dafs die Milchsäurebildung in der Maische durch die bereits gebildete Milchsäure beeinträchtigt, durch Neutralisation aber gefördert wird. Schultze war es vorbehalten, diese Tatsache experimentell zu bestätigen; der bis dahin und noch Jahre nachher bei manchen Spiritusfabrikanten verbreitete Glaube, man könne die Milchsäurebildung durch Neutralisation der Milchsäure mittels kohlensaurer Salze vermindern oder gar aufheben, war daher als irrig und als das gerade Gegenteil der Wirklichkeit nachgewiesen. Schultze stand aber nicht an, mitzuteilen, dafs bereits Trommer dieselbe Tatsache infolge seiner ausgezeichneten Beobachtungsgabe in der Brennereipraxis gefunden und in seinem 1856 erschienenen Lehrbuch der Spiritusfabrikation erwähnt hat, also ehe man die Ursache der Milchsäuregärung kannte. Wie man hieraus ersieht, hat es viele, viele Jahre gedauert, bis jene Wahrheit endlich zum Gemeingut der Brennereibeflissenen wurde. Vgl. Ztschr. f. deutsche Spiritusfabrikanten 1868, S. 65, 88 und 113.

## Balling, Otto und Stammer.

Unter den Schriftstellern, welche speziell über Gärungsgewerbe geschrieben haben, ragt der im Jahre 1868 verstorbene Carl J. N. Balling, Professor am Polytechnikum in Prag, hervor; er gab in den Jahren 1845 bis 1847 ein vierbändiges Werk über Gärungschemie heraus, in welchem er in für seine Zeit vortrefflicher Weise auch das Brennereiwesen behandelte, dessen praktische und theoretische Seite er durchaus beherrschte.

Uns liegt indessen nicht die genannte, sondern die dritte Ausgabe seines Werkes aus dem Jahre 1865 vor.

Der Name Ballings ist — das ist die heute bezüglich seiner noch am meisten bekannte Tatsache — mit dem in jeder Brennerei gebräuchlichen Saccharometer verbunden; derartige Instrumente waren, wie er selbst angibt, lange vor ihm in England im Gebrauch, aber die dortigen Instrumente gaben den Zuckergehalt bezw. die Konzentration der Lösung in Gewichtsteilen, auf ihren Rauminhalt und nicht auf ihr absolutes Gewicht bezogen, an. Von letzterer Art ist bekanntlich das von Hermbstädt in Berlin eingeführte und von Balling empfohlene Saccharometer; es ist ein Gewichtsprozentmesser für Zucker in Zuckerlösungen oder für die Anzeige der Konzentration von Maischen usw. in Saccharometerprozenten. Doch nicht nur hierfür, sondern insbesondere auch für die Kontrollierung des Gärungsverlaufs ist das Instrument von Balling bestimmt worden. Merkwürdigerweise sagt aber Balling in seinem Buche kein Wort vom Gebrauche des Saccharometers zur Kontrollierung der Kunsthefe bezüglich ihrer Reife usw. Für diesen besonderen Zweck scheint sich das Saccharometer überhaupt sehr langsam Bahn gebrochen zu haben, denn nach Balling war es im Jahre 1865 erst in mehreren gröfseren böhmischen Brennereien eingeführt und in der Zeitschrift für deutsche Spiritusfabrikation 1867, S. 108 lesen wir den folgenden Satz von dem später in Schweden berühmt gewordenen W. Schmidt: „Die Vorteile, die uns das Saccharometer gewährt, sind so grofsartig, dafs es wundernehmen mufs, es noch so wenig benutzt zu sehen; wenn man viel tut, untersucht man die Maische im frisch gestellten Gärbottich und wenn sie brennreif geworden ist; die Hefe mittels des Saccharometers zu untersuchen, findet man nur in einzelnen Brennereien, wo auch ein theoretisch gebildeter Betriebsbeamter angestellt ist.“ Erst allmählich hat man eingesehen, dafs, wie sich einmal jemand ausdrückte, das Saccharometer für den Brenner dasselbe ist, was für den Seefahrer der Kompafs ist.

Über die praktischen Verhältnisse bei der Kunsthefebereitung berichtet uns Balling gegenüber Lüdersdorff wenig Originelles. Die Endmaischtemperatur für das Hefegut liegt nach ihm zwischen 50 bis 60° R.; nach der Maischung soll es 36 Stunden zur Säuerung stehen. Als günstigste Temperatur für die Milchsäurebildung werden 35 bis 20° R. bezeichnet; ein Zuviel von Säure soll beim Zusatz der Mutterhefe durch Soda oder besser kohlensauren Kalk abgestumpft werden. Die Säuremenge im Hefegut, welche Balling für die richtige hält, bezeichnet er nicht; die völlige Neutralisierung derselben vor dem Zusatz der Mutterhefe scheint er für unbedenklich zu halten. Das sog. Vorstellen oder Auffrischen wird warm empfohlen. Nach 48 Stunden wird die Mutterhefe abgenommen;

dann wird aufgefrischt und etwa 2 Stunden später die Hefe der Hauptmaische zugesetzt.

Über den Zweck der Säure im Hefegut haben wir oben bereits die Ansichten von Lüdersdorff und von Pasteur mitgeteilt; bei Balling finden wir dafür eine neue Erklärung. Er macht darauf aufmerksam, dafs Essigsäure die Gerinnung des Albumins in der Wärme verhindert und koaguliertes Eiweifs zu einer durchsichtigen Gallerte auflöst, und dafs auch Phosphorsäure, Essigsäure und Milchsäure den Kleber des Weizens auflösen. Balling hält daher die Milchsäure, ohne diese Ansicht aber für neu auszugeben, für das Lösungsmittel, welches für die Hefe in der Maische Eiweifs in die Lösung bringt; auch freie Phosphorsäure ist nach Ballings Ansicht in der Maische in gleicher Richtung tätig, während spätere Untersuchungen dargetan haben, dafs nicht freie Phosphorsäure, sondern saures phosphorsaures Kali in der Maische vorhanden ist und genannte Rolle spielt. Jedenfalls empfiehlt aber Balling auch den Zusatz freier Phosphorsäure zur Hauptmaische schon beim Maischen, um mehr hefebildende Bestandteile, insbesondere lösliches Protein nnd Phosphate in Lösung zu bringen.[1])

Nebenbei gesagt, empfiehlt auch Balling schon den Zusatz von Bierhefe und dgl. beim Maischen zur Hauptmaische und ferner von Schlempe, um der Hefe reichlichere Mengen organischer wie mineralischer Nährsubstanz zuzuführen.

Das s. Zt. vielgerühmte Buch von Professor Otto in Braunschweig über die Bierbrauerei und Branntweinbrennerei (1865) bringt nichts Originelles über die Kunsthefebereitung; er verarbeitete nur die Gedanken, welche er offenbar aus den Werken von Lüdersdorff und von Balling geschöpft hatte, und entnahm seine tatsächlichen Angaben über die Kunsthefebereitung dem Werke von Schubert. Den Inhalt dieser Angaben können wir für unsere Zwecke kurz dahin zusammenfassen, dafs die zweckmäfsigste Endtemperatur beim Einmaischen des Hefegutes bei 51 bis 52° R. liegt, dafs dasselbe mit 15 bis 16° R. angestellt werden soll und 10 bis 14 Stunden für seine Gärung genügen. Die Zeit ist für den Eintritt der Reife und die Abnahme der Mutterhefe nach Schubert im allgemeinen allein mafsgebend. Die aufgefrischte Hefe soll die Temperatur von 21 bis 22° R. haben und die Mutterhefe soll zwecks Reinerhaltung und guter Kühlung nur in Kupfereimern aufbewahrt werden.

Bequemer noch als Otto machte es sich Stammer in seinem Buche über die Branntweinbrennerei (1875), indem er das Kapitel über die Kunst-

[1]) Nachschrift. Diese Angaben finden sich auch schon in der ersten Auflage von Ballings Gärungschemie; s. Bd. III (1845) S. 54 u. 55. Bezüglich der Weinsäure, Essigsäure und Milchsäure sprach später Dr. Rud. Wagner die gleiche Ansicht aus. Vgl. Journal f. prakt. Chemie 1848, Bd. 45, S. 246.

hefe unter geringen eigenen Zutaten aus Ottos Werk einfach ausschrieb. Wir erwähnen Stammers auch nur deshalb, weil er der erste war, welcher die Abschaffung des Lüdersdorffschen Apparates und des Ammoniaks zur Säurebestimmung und statt dessen die Einführung von Normalnatron für diesen Zweck (Bestimmung der Säure in 10 oder 20 ccm Maischefiltrat) befürwortete. Doch war der von Stammer für diesen Zweck vorgeschlagene Apparat so unpraktisch, dafs sein Vorschlag wohl ohne Erfolg geblieben wäre, wenn nicht die Versuchsstation deutscher Spiritusfabrikanten unter Delbrück die Sache in die Hand genommen und erst einen primitiveren und später immer zweckmäfsiger ausgebildeten Titrierapparat zur Verfügung gestellt hätte, welcher unter Verdrängung des Lüdersdorffschen Apparats sich allmählich die Alleinherrschaft erobert hat. Auch die von Stammer a. a. O. beiläufig erwähnte, aber bereits im Jahre 1869 in der Zeitschrift für deutsche Spiritusfabrikanten S. 323 veröffentlichte Tatsache sei hier hervorgehoben, dafs Gumbinner, welcher in früheren Jahren in der Pistoriusschen Brennerei Brennmeister gewesen, vorschrieb, dafs sich die Hefe bis zur Reife auf 25° R. erwärmt haben und zugleich die Vergärung bis auf die Hälfte der ursprünglichen Saccharometeranzeige gediehen sein müsse. Vielleicht ist diese Angabe der Saccharometeranzeige als Kennzeichen der Reife der Hefe schon früher und von anderer Seite gemacht worden, aber wir fanden sie eben zuerst an der bezeichneten Stelle. Auch den Zusatz von freier Phosphorsäure mit dem letzten Maischwasser für die Kunsthefemaische zu dem Zwecke, die Milchsäure möglichst zu vermeiden und sie durch Phosphorsäure zu ersetzen, hat Gumbinner damals schon empfohlen; eine grofse Tat ist aber darin nicht mehr nach Ballings oben erwähntem Vorgang, welcher die freie Phosphorsäure, als die Gärung günstig beeinflussend, schon vorher bezeichnet hatte, zu erblicken.

## Maercker, Delbrück, Hayduck, Hansen, Effront.

Maercker fing im Jahre 1870 an sein Interesse dem Brennereigewerbe zuzuwenden; er traf da Gebiete an, deren Erforschung überhaupt noch nicht in Angriff genommen war. Aber schon 2 Jahre darauf drängte sich eine ganz neue Aufgabe heran, denn eben war das Hochdruckdämpfverfahren erstanden, dessen wissenschaftliche Untersuchung und Kritik nicht verschoben werden konnte. So galt denn auch eine seiner ersten Untersuchungen dem im gleichen Jahre aufgestellten ersten Hollefreundschen Apparat, über welche er im folgenden Jahre seinen ersten Vortrag im Verein der Spiritusfabrikanten hielt. Selbstverständlich konnte aber Maercker keinen Augenblick im Zweifel darüber sein, dafs der Schwerpunkt der ganzen Brennereiarbeit in der Hefebereitung und Gärung liegt; seine Arbeiten, an welchen von Anfang an sein damaliger, oben bereits

wiederholt erwähnter Assistent Delbrück meist beteiligt war, griffen denn auch vom Jahre 1873 ab in dieses Gebiet über, so dafs er im Jahre 1874 schon über Ergebnisse von Delbrücks Versuchen über die mit der Zunahme der Temperatur an Intensität wachsende Schädigung der Diastase durch die Milchsäure bei der Nachgärung und über die Reinlichkeit der Gärung berichten konnte. Aus einer gelegentlich dieses Berichts von Henze an Maercker gerichteten Frage und der darauf erteilten Antwort erhellt indessen, dafs Maercker eigene Arbeiten über die Kunsthefe damals noch nicht zum Abschlufs gebracht hatte, indem er sich bezüglich des Säuregrades der Hefe dahin aussprach, dafs sich 5—6° Lüdersdorff bewährt haben, dafs jedoch auch gewisse Brennereien mit 3—4° in der Hefe gut arbeiten.

Vom Beginn seiner Tätigkeit als Leiter der Versuchsstation deutscher Spiritusfabrikation an (1874) widmete Delbrück seine Aufmerksamkeit der Verbesserung der Kunsthefefabrikation; doch bis zur Erlangung der jetzigen Erkenntnisse waren manche Umwege zurückzulegen. Im Jahre 1875 stellte Delbrück zuerst den Satz auf: „Wo immer Malz gemaischt wird, um Hefe zu produzieren, ist eine gleichmäfsig niedere Temperatur zu verwenden, die höchstens eine Steigerung bis 49° R. erfahren darf.“ Dieser Satz sollte auch für die Kunsthefe Geltung haben, weil jede Überschreitung dieser Temperatur mit einer Ausscheidung von Eiweifs, dem Nährstoff der Hefe, verbunden sei; dafs diese Forderung der Praxis, welche besonders für die Grünmalzhefe eine Temperatur von 52° R. verlangte, widersprach, wufste natürlich Delbrück sehr wohl, und er erklärte sich die Anwendung letzterer damit, dafs das Hefegut lange stehen müsse und bei zu niedriger Temperatur nicht genügend viele Säurefermente getötet und daher die Säuerung eine zu weitgehende würde. Es war eben damals noch üblich, die Dinge ziemlich einseitig vom chemischen Standpunkte aus zu betrachten. Es dauerte indessen auch nicht lange, bis Delbrück zu einer wesentlich anderen Ansicht gelangte; er veröffentlichte sie in der Zeitschr. für deutsche Spiritusfabrikanten im Jahre 1877, S. 70. Professor Gorup-Besanez in Erlangen hatte das Vorhandensein eines eiweifsverdauenden Enzyms in Darrmalz — alsbald Peptase genannt — wahrscheinlich gemacht; in Grünmalz fand er es merkwürdigerweise nicht. Diesem Enzym, nicht der Säure im sauren Hefegut, welche die Wirkung des Enzyms begünstigt, schrieb Delbrück die Aufgabe zu, der Hefe verdauliches, diffusibeles Eiweifs zu bereiten, und zwar bei einer Temperatur von 30° R., welche auch die Praxis damals noch für die günstigste hielt. Damit waren zunächst alle Vorschriften zur Bereitung des Hefegutes im Prinzip als falsch erklärt, welche den Hefekühler einsetzen liefsen, wenn genügend Säure entstanden war; es war als falsch bezeichnet, wenn man wegen zu rapider Säurebildung die Hefe später einmaischte oder, wenn

die Säure sich schwer bildete, die Hefe früher einmaischte. Überall, wo man sich nach der Quantität der erzeugten Säure gerichtet hatte, war man nach Ballings und Lüdersdorffs Vorgang von der Voraussetzung ausgegangen, dafs die Säure als solche das Wesentliche sei, während nunmehr die Temperierung des Hefegutes während einer Dauer von bis zu 22 Stunden und zwar bei Gegenwart einer gewissen Säure als das zu Erstrebende anzusehen war. Es war also nach Delbrück immer falsch gearbeitet worden, wenn man wegen zu viel Säure zu früh abkühlen mufste; doch sollte das noch der geringere Fehler sein, denn je eher die erforderliche Säuerung eintrete, um so früher beginne die energische Arbeit des eiweifsverdauenden Enzyms und könne deshalb auch früher, durch Abkühlung, unterbrochen werden. Ein Beweis hierfür lag nach Delbrück darin, dafs auch die 24stündige Hefe, in der die Säure schneller erzeugt und dafür die Dauer der Temperierung abgekürzt wird, vorzügliche Resultate gab. Damals bereits hat auch Delbrück versucht, den leidigen Milchsäurepilz aus der Kunsthefebereitung, und zwar durch Säuerung mittels Salzsäure, völlig auszuschliefsen; indessen konnte man zu jener Zeit noch nur mit einer gewissen Scheu von der Anwendung von Chemikalien für jenen Zweck vor Praktikern reden, weshalb dieser Weg nicht weiter verfolgt wurde. Da kam denn Delbrück für einige Zeit auf die einen Malzzusatz erübrigende, aber nach modernen Grundsätzen bereitete Schlempehefe zurück, weil in ihr bereits eine grofse Quantität von Hefenahrung aus der im Destillierapparat ausgekochten Hefe vorhanden ist (vgl. Zeitschr. f. deutsche Spiritusf. 1877, S. 70 und 178).

Als Maercker das Kapitel über die Hefebereitung für sein vorzügliches, zuerst im Jahre 1877 erschienenes Handbuch der Spiritusfabrikation schrieb, folgte er völlig den Anschauungen Delbrücks; nur führte er sie etwas weiter aus, fügte einige der physiologischen Chemie entlehnte Elemente hinzu und vervollständigte sie durch z. T. neue eigene, z. T. der Praxis angehörige Gedanken und Erfahrungen. So machte er darauf aufmerksam, dafs die stärkste Wirkung des peptonisierenden Enzyms offenbar bei Gegenwart von ziemlich erheblichen Säuremengen, z. B. der Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salzsäure vor sich gehen kann, dafs aber von den organischen Säuren für diesen Zweck weit gröfsere Mengen notwendig sind und die Essigsäure, Milchsäure und Weinsäure nicht unter einem Prozent, am besten aber bei 5 Prozent wirken. Da nun aber in einer Maische durch Selbstsäuerung kaum mehr als 1,79 % Milchsäure entstehen können, so folgerte Maercker, dafs zu viel Säure für die peptonisierende Wirkung im Hefegut überhaupt nicht entstehen könne und eine starke Säuerung nur als rationell bezeichnet werden könne. Da aber im Anfange der Brennereikampagne in der Regel Schwierigkeiten für die Milchsäurebildung im Hefegut entstanden, so hat die Praxis sich

damals schon in der Weise zu helfen gewufst, dafs man ein Prozent Weinsäure oder Phosphorsäure, d. h. etwa 10 g pro Liter Hefemaische zusetzte oder aber die Hefemaische mittels saurer Milch oder die Hefekammer selbst und sämtliche Hefegefäfse damit infizierte. Letzteres Verfahren wurde namentlich in der Brennerei zu Trotha von deren Leiter Riebe mit grofsem Erfolge ausgeführt. Vor einer Neutralisierung einer etwa zu grofs erscheinenden Milchsäuremenge, wovon oben schon die Rede war, warnten Delbrück sowohl als auch Maercker eindringlich und empfahlen als Ersatz dafür die Verdünnung des sauren Hefegutes mit süfser Hauptmaische. Wäre es aber möglich, fügt Maercker seinen Ausführungen hinzu, den Milchsäurepilz aus dem Brennereibetriebe ganz zu entfernen, so wäre dies mit grofser Freude zu begrüfsen, und als Ersatzmittel schlägt er nach dem Vorgang von Delbrück vor, die Säuerung mit Salzsäure oder Schwefelsäure zu versuchen. Andere Merkmale einer guten Hefebehandlung erblickte Maercker in einer niederen Anstelltemperatur (16—18° R.), in einer Gärung von nicht unter 10 und nicht über 14 Stunden, ungehindertem Luftzutritt während der Gärung und in der Vergärung auf die Hälfte der Saccharometeranzeige zur Zeit der Abnahme der Mutterhefe, Vorstellung der Hefe mit süfser Maische und darauf Anstellung der Hauptmaische. Für Kartoffelbrennereien galt die Regel: „So viel Prozente Zucker im Bottich, so viel auch im Hefegut.“ Auf die von Maercker a. a. O. mitgeteilten speziellen Vorschriften (Rezepte) für die Hefebereitung gehen wir hier nicht ein, sondern dürfen sie als unwesentlich für unser Thema ruhig durch unser Sieb fallen lassen.

Der schon erwähnte Gedanke, den Milchsäurepilz aus der Kunsthefebereitung völlig auszuscheiden, ist bald wiederholt worden. Der kürzlich verstorbene Jos. Krieger nämlich, früher Assistent von Delbrück und später viele Jahre eine angesehene Stellung in New-York innerhalb der amerikanischen Brauerwelt einnehmend, schrieb im Jahre 1878 (s. Zeitschrift für Spiritusindustrie[1]) S. 19) die folgenden Sätze:

„Das rationellste Verfahren der Hefeerzeugung ist also nicht nur für Prefshefe allein, sondern auch für Kartoffel- und Getreidebrennerei: nach der Verzuckerung wird das Hefegut mit einer entsprechenden Menge von Milchsäure versetzt und die Verdauungstemperatur mindestens 24 Stunden eingehalten, dann abgekühlt und mit Hefe angestellt. Durch die Präexistenz der zugegebenen Säure wird also die Entwicklung des Milchsäureferments selbst verhindert, die Eiweifsstoffe aber werden gelöst und für die Ernährung der Alkoholhefe tauglich gemacht. Beim Zusatz zur süfsen Maische wird der Säuregehalt auf eine so grofse Menge ver-

[1]) Im folgenden wird die Zeitschrift für Spiritusindustrie nur noch mit Z. angegeben.

teilt, dafs derselbe für die Schlempe in keiner Weise schädlich wirken kann. Die einzige Schwierigkeit der Ausführung besteht in der billigen Beschaffung der Milchsäure. Die billige Beschaffung derselben zu Brennereizwecken stellt sich zum Zwecke möglichster Beseitigung fremder Fermentsporen während des Gärungsprozesses als gebieterische Notwendigkeit heraus." Die von Krieger in dieser Richtung mit Salzsäure gemachten Versuche haben jedoch zu einem definitiven Resultat nicht geführt (Z. 1881, S. 455); später erst sollten sie fruchtbar werden für die Bereitung von Kunsthefe für Melasse.

Im übrigen war das Jahr 1878 wenig fruchtbringend für die Kunsthefebereitung; der um ihre noch nicht aufgehellten Geheimnisse liegende Ring schien fester als je zu sein. Es fehlte eben an neuen Methodeu und an neuen Gedanken, welche gestatteten, seinem Inhalte beizukommen. Nur insofern trat eine Wandlung ein, als Delbrück auf Grund von Versuchen sich veranlafst sah, seine Hypothese von der Wirkung des Enzyms des Malzes, der Peptase, etwas zu ändern; denn er fand, dafs während des Säuerungsvorganges des Hefengutes tatsächlich kein Eiweifs in Lösung ging, dafs vielmehr die Summe von löslichem Eiweifs vor und nach der Säuerung dieselbe war. Er schrieb daher der Peptase im sauren Hefegut von nun an die Wirkung zu, das gelöte Eiweifs diffusibel zu machen, d. h. es derart zu ändern, dafs es befähigt ist, durch die Zellenwände der Hefe zu dringen und so zur Kräftigung der Hefe beizutragen. Nach dieser Richtung gelang es mittels vorläufiger Versuche, die Diffusionsarbeit der Malzpeptase tatsächlich nachzuweisen. In anderer Richtung mufste die Wissenschaft sich damals darauf beschränken, die Sätze der Praxis zu bestätigen, welche da lauteten: 1. Je stärker das Hefegut gemaischt wird, um so haltbarer ist die Hefe; 2. je saurer das Hefegut, um so weniger Säure im Hauptbottich; 3. der Säuerungsprozefs soll lange dauern, aber die Abkühlung soll so schnell wie möglich geschehen. All die Mafsnahmen, welche dazu dienen, das Hefegut für die Hefe geeignet und für Fäulnispilze ungeeignet zu machen, bezeichnete Delbrück in ihrer Gesamtheit mit dem einen Wort „Hefeklima" und dieses Wort hat sich seither im technischen Sprachgebrauch eingebürgert (Z. 1878, S. 6 ff.).

Im Jahre 1879 hat der Franzose Ch. Richet festgestellt, dafs aufser einem Zusatz von Magensaft und Pankreas auch zugesetzte Peptone (nicht aber Leucin und Glykokoll) nicht nur die Intensität der Milchsäuregärung der Milch, sondern auch die Quantität der erzeugten Milchsäure wesentlich gesteigert wird. Bei derselben Gelegenheit hat Richet auch dargetan, dafs die Milchsäuregärung der Milch durch Sauerstoff erleichtert und beschleunigt wird, dafs die Energie der Milchsäuregärung bis zu einer Temperatur von 44° C. wächst, diese Energie bei 44° bis 52° C. unverändert bleibt und bei höher steigenden Temperaturen wieder fällt. Die Tatsache, dafs in

gekochter Milch nur etwa halb so viel Milchsäure als in ungekochter Milch erzeugt werden kann, schrieb Richet dem Umstande zu, dafs zufolge seiner Untersuchung beim Kochen der Milch Eiweifssubstanz gefällt wird (Comptes rendus Bd. 80, S. 750—752). Sind letztere Tatsachen von grofser theoretischer Bedeutung für die Kunsthefebereitung, so war es doch der Praxis bereits bekannt, dafs auch das sich abkühlende Hefegut Sauerstoff aus der Luft aufnimmt (Z. 1878, S. 11).

Eine recht interessante und wichtige Tatsache konstatierte Otto Durst, damals Brennerei-Inspektor bei Rückforth in Stettin, der Verfasser eines Buches über die Prefshefefabrikation. Er war ein äufserst fleifsiger Mikroskopiker und konstatierte, sich stützend auf viele regelmäfsige Beobachtungen, dafs die Reife im Hefesatz für die Hefefabrikation erreicht ist, sobald die in der Nährlösung des Ansatzes befindlichen Hefezellen so weit entwickelt sind, dafs die Tochterzellen sich eben von den Mutterzellen entfernt haben oder in nur untergeordneter Zahl noch mit den Mutterzellen verbunden sind (Z. 1879, S. 325). Dieser Zustand tritt aber nach Durst ein, sobald das Hefegut auf die Hälfte seiner ursprünglichen Konzentration vergoren ist. Als logischer praktischer Schlufs, den aber Durst nicht daraus zog, ergibt sich hieraus, dafs Hefeerzeugung und Hefegärung nicht notwendig zusammenfallen, sondern dafs es eine Gärung auch ohne Hefeerzeugung gibt; die gegenteilige Ansicht hat man manchmal Pasteur zugeschrieben, aber mit Unrecht, wie ein Vergleich unserer obigen Ausführungen ergeben wird. Jene Tatsache von der Unabhängigkeit der Gärwirkung von dem Wachstum der Hefe haben indessen kurz vorher Delbrück und bald nachher Hayduck mittels anderer voneinander verschiedener Methoden festgestellt und ihr Ausdruck verliehen (Z. 1879, S. 87 u. Z. 1880, S. 175).

Noch einer Entdeckung von weittragender Bedeutung mufs hier bereits gedacht werden, denn Maercker konstatierte damals unter Mitwirkung von Neale, dafs die Schwergärigkeit der Melasse u. a. auf die Anwesenheit von Fettsäure zurückzuführen ist, indem er am Schlusse seiner Mitteilung der Vermutung Ausdruck verlieh, es liefsen sich vielleicht unaufgeklärte Vorkommnisse bei der Gärung und namentlich bei der Hefebereitung durch die Bildung von Fettsäuren erklären (Z. 1879, S. 289). Die spätere Bestätigung dieses Gedankens sollte nicht ausbleiben.

Aus unseren bisherigen Mitteilungen ist zu entnehmen, dafs man bezüglich der richtigen Säuerungstemperaturen für das Hefegut zu einer feststehenden Praxis sich noch nicht geeinigt hatte; theoretische Gründe schienen zugunsten von 30° R. zu sprechen. Die erwähnten Untersuchungen von Richet, welcher festgestellt hatte, dafs das Optimum der Wirkung des Milchsäurepilzes in der Milch bei 44—52° C. liegt, fand in der Gärungstechnik fast keine Beachtung. Endlich nahm sich aber

Delbrück, einigen Spuren der Praxis folgend, der Sache an und veröffentlichte im Jahre 1881 in der Zeitschrift eine Reihe von Untersuchungen, welche Klarheit schafften und ihn veranlafsten, seine eigenen früheren Ansichten sowohl bezüglich der Säuerungs- als auch bezüglich der Maischtemperatur des Hefegutes preiszugeben. Diese Wandlungen vollzogen sich aber nur stufenweise nach Mafsgabe des Fortschreitens seiner Versuche. Zunächst konstatierte er, dafs eine Temperatur von 40° R. = 50° C. Milchsäure, eine solche von 32° R. = 40° C. aber Buttersäure erzeugt; die erstrebte Säuerung sollte vollzogen sein, ehe die Abkühlung unter 40° R. fiele, um das Hefegift, die Buttersäure und überhaupt flüchtige Säuren zu vermeiden. Seine weiteren Versuche schienen aber zu beweisen, dafs es unschädlich sei, die Temperatur bei der Säuerung bis auf 35° R. herabgehen zu lassen, dafs aber darauf die künstliche Kühlung sofort einzusetzen habe, denn nach vorausgegangener Säuerung bei 40°—35° R. hatte sich unter gewissen Bedingungen zwar selbst die Abkühlung bis 30° R. bezüglich der Bildung flüchtiger Säuren als ungefährlich erwiesen, aber bedenklich erschien eine solche Temperatur immerhin, weil selbst geringe, sich der Beobachtung schon entziehende Mengen Buttersäure ungemein schädlich auf die Hefe wirken können. Eine hohe Maischtemperatur von 50—51° R. wurde anempfohlen, weil bei dieser schädliche Bakterien schon geschwächt werden, der Buttersäurepilz aber getötet wird, ohne den Milchsäurepilz zu beeinträchtigen; über 55° R. liegende, bis 60° R. reichende Maischtemperaturen sind aber nach dem Ergebnis der Versuche auf alle Fälle als fehlerhaft zu bezeichnen, weil hierbei der Milchsäurepilz getötet und dafür anderen schädlichen Bakterien Platz gemacht wird. Die Infektion der Hefemaische mit gesundem sauren Hefegut sei immer vorteilhaft.

Unter späterer Einengung der richtigen Säuerungsgrenzen auf 40°—38° R. sind diese später noch vervollständigten Untersuchungen und Erfahrungen Delbrücks bis auf den heutigen Tag mafsgebend geworden (Z. 1883, S. 287).

Von Bedeutung für den weiteren Fortschritt in der Hefeforschung im allgemeinen und in der Kunsthefebereitung insbesondere war es, dafs es Delbrück im J. 1879 gelang, eine tüchtige Kraft zur Mitarbeit zu gewinnen und zwar in M. Hayduck, einem Manne, gleich gediegen als Mensch und Gelehrter. Die Wände der „mykologischen Volksküche", von welcher Rees einmal sprach, erhielten damit neue bedenkliche Risse.

Haydacks erste Arbeit[1]) (Z. 1880, S. 1) galt nach dem Vorgang von Rasmus Pedersen der Ausarbeitung der Hefezählmethode, welche

[1]) Sie ist in der Versuchsbrennerei des Vereins der Spiritusfabrikanten zu Biesdorf bei Berlin ausgeführt worden; gerade 100 Jahre vorher (1789) baute Achard die ersten zuckerhaltigen Pflanzen, insbesondere Runkelrüben, deren Zuckergehalt Marggraf in Berlin 1747 entdeckt hatte, in der unmittelbaren Nachbarschaft (Caulsdorff) an und legte damit den Grund zur Rübenzucker-Industrie.

sich als aufserordentlich praktisch für die Aufklärung der Verhältnisse für die Kunsthefebereitung und für vergleichende Untersuchungen erwies und sofort nicht nur von Hayduck selbst, sondern auch von Delbrück und Maercker in den Dienst der Praxis gestellt wurde. Hayduck fand zunächst die bereits von Durst durch blofses Betrachten mittels des Mikroskops gefundene Tatsache, dafs in reifer Hefe die Sprofsverbände gröfstenteils gelöst und kleinere Knospen nur noch vereinzelt vorhanden sind, auch beim Zählen der Hefezellen bestätigt, womit nicht im Widerspruch steht, dafs in gewissen Brennereien die Kunsthefe bereits vor ihrer völlig vollendeten Hefereife benutzt wurde. Die Hefe hatte sich bis zur Reife im Verhältnis von 1 : 3,4 bis zu 1 : 4,9 vom Anstellen der Kunsthefe bis zur völligen Reife vermehrt. Die Anstellung mit reifer Hefe hatte eine rasche Angärung der Hauptmaische zur Folge; je schneller aber die Angärung stattfindet, um so besser bleibt die Maische vor der Entwicklung schädlicher, säurebildender, die Nachgärung störender, die Alkoholausbeute herabdrückender Spaltpilze geschützt. Dieser Vorteil der Reife der Hefe spitzt sich also in derselben Richtung zu wie das Vorstellen der Hefe, dessen wahre Bedeutung Delbrück in der Vermehrung des Quantums der Hefe und damit ebenfalls in der rascheren Angärung der damit angestellten Hauptmaische (Dickmaische) trotz einer vorteilhaft tunlichst tiefen Anstelltemperatur der letzteren erkannt hatte. Es stellte sich aber auch — worauf Delbrück aufmerksam machte — heraus, dafs die Saccharometeranzeige nicht mafsgebend ist für die Hefevermehrung im Hefegut, sondern der durch das Saccharometer nicht direkt angezeigte passende Nährstoffgehalt des Hefegutes (Z. 1880, S. 175 und 77). Von manchen anderen bei derselben Gelegenheit gemachten, mit unserem Thema jedoch nicht unmittelbar zusammenhängenden, für die Praxis wichtigen Beobachtungen zu schweigen. Zu erwähnen ist aber, dafs Hayduck die Art der Schädlichkeitswirkung der Spaltpilze ebenfalls mittels der Zählmethode zum ersten Male feststellen konnte. Zu wiederholten Malen hatte er es mit Maischen zu tun, in welchen sich eine massenhafte Entwicklung von Spaltpilzen zeigte; es wurde nun gefunden, dafs eine hohe Temperatur die Weiterentwicklung der Spaltpilze stärker beförderte als eine niedere, und dafs ein Säurezusatz (Schwefelsäure) der Weiterentwicklung der Spaltpilze hinderlich war, aber den schädlichen Einflufs der bereits vorhandenen Spaltpilze nicht zu hindern vermochte. Und dieser Einflufs erwies sich darin begründet, dafs bei Gegenwart von Spaltpilzen die Hefevermehrung eine mangelhafte war (Z. 1880, S. 202).

Es folgten dann weitere wichtige, mittels der Zählmethode kontrollierte Arbeiten Haydučks über die Entwicklung der Hefe in Nährlösungen von verschiedenem Stickstoffgehalt, woraus wir, als für die Praxis wichtig, herausheben, dafs das Asparagin, ein Bestandteil des Malzes und

der Kartoffeln, eine ausgezeichnete Stickstoffquelle für die Hefe ist, und dafs der Stickstoffgehalt der Hefe zwischen weiten Grenzen schwankt, dafs aber mit steigendem Stickstoffgehalt der Hefe eine Zunahme ihrer Gärkraft eintritt (Z. 1881, S. 171). Endlich studierte Hayduck auch den Einflufs einiger Säuren auf die Entwicklung und die Gärtätigkeit der Hefe, ein höchst wichtiges und sogar neuerdings wieder akut gewordenes Kapitel auch für die Kunsthefebereitung; er kam dabei zu dem Ergebnis, dafs alle von ihm zu Versuchen benutzten Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure), sowie die oben bereits erwähnten, von Maercker usw. gewürdigten Fettsäuren die Tätigkeit der Hefe schädigen, wenn der Säuregehalt der Gärungsflüssigkeit einen gewissen Grad überschreitet, dafs aber im allgemeinen das Wachstum der Hefe schon durch einen geringeren Säuregehalt als die Gärwirkung der Hefe geschädigt wird, und dafs geringe Säuremengen, z. B. sogar Buttersäure, wie auch Maercker und Juslin bestätigt haben, selbst einen die Gärung anregenden Einflufs haben. Bezüglich der Milchsäure, die ja in der Kunsthefebereitung ein besonderes Interesse beansprucht, deckte sich Haydućks Untersuchung im wesentlichen mit Maerckers Angaben, aus denen hervorgeht, dafs die Milchsäure eine Art Sonderstellung einnimmt und erst bei erheblich gröfseren Mengen eine Störung der Gärung als die anderen genannten Säuren hervorruft (Z. 1881, S. 341 u. S. 115; 1886, S. 207 u. 219). Welche wunderbar vollständige Bestätigung der oben erwähnten Angaben von Quevenne und Lüdersdorff! Haydućks Arbeit über die gärungs- und wachstumshemmenden Eigenschaften des Alkohols, die verhältnismäfsige Unschädlichkeit der bei der Gärung entstehenden Bernsteinsäure und des Glyzerins und der Schädlichkeit der Fuselöle auf die Gärung sei noch beiläufig wenigstens genannt (Z. 1882, S. 183).

Das weitere Vordringen in den Wald offener Fragen der Kunsthefefabrikation vollzog sich in den zunächst folgenden Jahren etwas langsamer. Wie wir bereits berichtet haben, hatte sich allmählich der Grundsatz ausgebildet: „saure Hefe, süfse Maische“; aber zum Glück für die weitere Aufklärung gab es im Verborgenen noch „Querköpfe“ genug, welche sich nicht mitreifsen liefsen, sondern im Stillen ihre eigenen Wege gingen. Es erregte Aufsehen, als Wittelshöfer darüber berichtete, dafs man von der Regel, als Minimum in dem Hefegut 2 ccm Normalnatron entsprechende Milchsäure zu führen, stellenweise abwich, sich mit 1,2 Säuregehalt begnügte und sogar 1,5 für gefährlich hielt. Vergleichende eigene Versuche Wittelshöfers nötigten ihn zur Ansicht, dafs das Säurequantum auf die Vergärung und die Güte der Hefe von keinem Einflusse bei sonst richtiger Führung sind. Delbrück erklärte sich darüber ungemein überrascht und gestand zu, dafs die Frage der Hefeführung noch lange nicht

erledigt sei, und schlug demgemäfs dem Verein der Spiritusfabrikanten vor, einen Preis von 1000 M. auszusetzen, welche für diejenigen Brennmeister zu verteilen seien, welche nach einem vorgeschriebenen Versuchsplan die beste Arbeit über Hefeführung liefern würden. Der Antrag wurde angenommen, aber die Beteiligung der Brennmeister war schwach und das Resultat war nicht gerade grofs, wenngleich z. T. recht originell vorgegangen war. Es zeigte sich insbesondere durch die Versuche von Schulz-Kreidelwitz, welcher den ersten Preis errang, dafs die Säuerung im Hefegut von unwesentlichem Einflufs auf die Ausbeute ist, dafs aber die Säuerungsdauer von z. B. 6, 12 oder 18 Stunden nicht gleichgültig ist, und dafs man bei 12stündiger Säuerung mit nur wenig Säure (1 ccm Normalnatron) noch normal arbeiten kann, dafs aber bei weiterem Herabgehen mit dieser Menge (0,4, 0,5) und gleichzeitigem Herabgehen mit der Säuerungsdauer eine entschiedene Degeneration der Hefe die Folge ist (Z. 1883, S. 286 u. 866 und 1884, S. 274—275).

In dem Wetteifer, welcher die strebsamen deutschen Brennmeister seit der Begründung der erwähnten Versuchs-Station des Vereins der Spiritusfabrikanten immer ausgezeichnet hat, trat nunmehr abermals eine Steigerung ein, indem Delbrück sie noch durch den Hinweis auf die Möglichkeit der Patentierung ihrer Erfindungen anspornte, welche die Veröffentlichung ohne Schädigung der Erfinder gestattet und dabei obendrein eine Verbesserung des Erwerbs zuläfst. Es ist nicht zu leugnen, dafs letzteres zutrifft, und dafs vor allen Dingen auch der Geheimniskrämerei und ihren häfslichen Begleiterscheinungen ein mächtiger Abbruch dadurch in der Folge getan wurde. Die direkte Veranlassung zu dieser Empfehlung wurde durch das patentierte Kunsthefeverfahren von Michaelis und Jäkel gegeben, welches freilich nicht viel auf sich hatte. Wir werden aber auf die allmählich mehr in Schwung kommende Patentierung von Kunsthefeverfahren unter besonderer Überschrift unten kurz zurückkommen müssen.

Während die eben geschilderten Erfolge und lebhaften Bestrebungen der Wissenschaft und Praxis zutage traten, war es Emil Chr. Hansen im Jahre 1883 geglückt, reinkultivierte, planmäfsig ausgewählte Heferassen in den Brauereibetrieb in Alt-Carlsberg bei Kopenhagen einzuführen und dadurch ein ganz neues, dauerndes und überaus wichtiges Fundament für die Brauerei der ganzen Erde zu legen. Kurz darauf begannen die Erörterungen mit Delbrück und seinem Kreise in Berlin, nach deren Ansichten die botanische Behandlung der Hefefrage nicht zum Ziele führen sollte. Sie begnügten sich indessen nicht mit Worten, sondern machten Versuche und wurden bald warme Anhänger der neuen Sache. Die Spiritus- und Hefefabriken waren anfangs zurückhaltender mit der Einführung der Reinzuchthefe, als die Brauereien; zuerst ging man

damit, wie Hansen berichtet, in Dänemark vor. Die Einführung eines Reinzucht-Milchsäurepilzes zur künstlichen Infektion des Hefegutes war bereits im Jahre 1889 gefordert worden (s. Brennerei-Zeitung S. 722); in demselben und den folgenden Jahren wurde die Hefereinzucht und ihre Einführung in die deutsche Brennereipraxis in Reden und Abhandlungen lebhaft erörtert. Man wollte gewissermafsen sich selbst und anderen zuerst Mut machen für die Sache, aber es geschah vorläufig nichts. Erst im Jahre 1892 konnte, nachdem die zuerst versuchte Heferasse als Fehlschlag sich erwiesen hatte und die entscheidenden Vorarbeiten P. Lindners zum Abschlufs gelangt waren, über die ersten gelungenen, im Auftrage von Delbrück ausgeführten Versuche berichtet werden (Z. 1892, S. 199 und Ergänzungsheft der Z., 1893, S. 25 mit Delbrücks Vortrag). Die weitere schöne Entwicklung ist zu bekannt, als dafs wir ausführlicher darüber berichten sollten; Dick- und Dünnmaischer beziehen jährlich viele Zentner Reinzucht-Anstellhefe aus dem unter Delbrücks Oberleitung grofsartig entfalteten Institut für Gärungsgewerbe in Berlin. Es ist nicht zu viel getan, hier von einer epochemachenden Neuerung zu reden. Hiermit war eine wahre hiérarchie de mérite, von welcher Pasteur einmal sprach, für die Hefe Tatsache geworden. Die in gewissen Fällen schaumbildende Rasse II ist übrigens neuerdings durch die Rasse XII ersetzt worden.

Was hätte es aber für einen Sinn gehabt, eine Reinhefe einzuführen, solange man die förmliche Züchtung des Milchsäurepilzes im Hefegut jedoch ohne Reinzucht betrieb, wodurch ja die Reinhefe vom ersten Augenblick ihrer Aussaat an in eine gemischte Gesellschaft versetzt wurde! Einige Brennmeister waren wohl schon suchend in der Nähe der zum Ziele führenden, jedoch verschlossenen Tür herumgeirrt, aber den Schlüssel dafür fanden sie nicht. Die früher gezüchtete Furcht vor hohen Temperaturen im Hefegut, welche wohl manchen im Stillen ertragenen Nackenschlag zur Folge hatte, war rasch wieder aufgegeben worden und nun kam ein Vorstofs in entgegengesetzter Richtung; wollte man nicht zum Gift greifen, um der Hefe im Hefegut ihre Feinde vom Leibe zu halten, so war der Milchsäurepilz nicht zu entbehren, aber er mufste nach getaner Schuldigkeit unschädlich gemacht werden. Delbrück und Saare schlugen daher vor, den Milchsäurepilz im Hefegut unter Preisgabe von dessen Diastase nach beendeter Säuerung durch Erhitzung auf 50—60° R. (später auf 65° R. angegeben) aufser Tätigkeit zu setzen (Z. 1892, S. 88). Und nachdem im Jahre 1894 von Behrend und Lafar, sowie im Jahre 1897 seitens Delbrücks auch noch ein Milchsäure-Reinzuchtpilz eingeführt, von Henneberg aber (Z. 1901, S. 371) konstatiert worden war, dafs es auch flüchtige Säuren bildende, also zu vermeidende Milchsäurebakterien gibt, war das Gebäude, an dem so viele Generationen gebaut hatten, endlich unter Dach gebracht! Die Losung lautet also jetzt, verkürzt wieder-

gegeben, folgendermaſsen: hohe Konzentration im Hefegut von mindestens 20—21° B., hohe Maischtemperatur bis 52° R., Säuerung bei nicht unter 40° R., Säure 1,5 bis 2,0, Erhitzen bis auf 65° R., nachdem vorher etwas saures Hefegut zum Neueinmaischen des Hefegutes abgenommen worden; Reinzuchthefe, Vergärung auf 4—5° B., nachdem früher die Mutterhefe abgenommen ist.

Ein neues Mittel, um ohne den Milchsäurepilz auszukommen, schlug Effront in Brüssel vor, indem er zur Ansäuerung des Hefegutes die Fluſssäure und ihre Verbindungen einführte; während die Fluſssäure in der ersten Zeit nur der Hauptmaische zugesetzt wurde, lehrte Effront später, wie man die Hefe auch im Hefegut an groſse Fluſssäuregaben gewöhnen und trotz verminderter Sprossung und Vermehrung eine vorzüglich kräftige Hefe erzeugen kann, welche eine auſserordentlich geringe Säurezunahme bei der Gärung aufzuweisen hat, die diastatische Kraft des Malzes in der Maische konserviert, eine Herabsetzung der Zuckerbildungstemperatur ermöglicht usw. Cluſs und Maercker haben diese Hefe in der Praxis beobachtet und eigene Versuche darüber angestellt, so daſs sich Maercker zu dem Ausspruch veranlaſst sah, das Fluſssäureverfahren habe die Probe der Praxis glänzend bestanden; allerdings mache das Fluſssäureverfahren die Anwendung von Reinzuchthefe keineswegs überflüssig und stehe dieser nicht entgegen. Von anderer Seite ist freilich behauptet worden, das Fluſssäureverfahren gebe in auf der Höhe der Zeit stehenden Brennereien keine besseren als die ohne es erlangten Resultate.

Die Entwicklung der Kunsthefebereitung läſst also zwei verschiedene Perioden erkennen, von welchen man die ältere als diejenige der Empirie bezeichnen kann, während die zweite der umfassenden Ausbildung in botanischer, chemischer und physiologischer Beziehung gewidmet ist. Der wissenschaftliche Schluſsstein der zweiten Periode besteht in den von Delbrück abstrahierten Gesetzen der natürlichen Reinzucht, worunter im Brennereigewerbe diejenigen Regeln zu verstehen sind, durch die es gelingt, eine mittels künstlicher Reinzucht ausgewählte Hefe oder aber eine überlieferte nicht rassenreine Kunsthefe derart fortzupflanzen, daſs alle infolge der unvermeidlichen Unvollkommenheit der Fabrikpraxis in das Hefengut gelangten schwächeren Heferassen völlig unterdrückt werden und die aus dem Kampf mit ihren Konkurrenten siegreich hervorgehende Heferasse mit dem höchsten Grad der Leistungsfähigkeit ausgestattet ist, um die besten Erträge an Alkohol oder an Alkohol und Hefe zu erzielen. An dieser Aufgabe ist, seit es eine Kunsthefe gibt, bewuſst und unbewuſst gearbeitet worden; eingehende Untersuchungen zur wissenschaftlichen Begründung und zum Ausbau des Systems der natürlichen Hefereinzucht sind von Delbrücks Mitarbeitern Munsche, Rothenbach, Schönfeld,

Henneberg und Auerbach geliefert worden. Vgl. Delbrück u. Schönfeld, System der natürlichen Hefereinzucht, Berlin 1903, Verlag von P. Parey.

## Patentliteratur.

Diese Literatur ist auf diesem Gebiete, das darf man wohl sagen, eine verhältnismäſsig dürftige geblieben trotz des oben erwähnten Aufrufs, denn es bedeutet eben nicht jeder neue Schritt eine Erfindung. Den Anfang machten zwei Herren aus Bochum, deren Namen zum Ruhme ihrer Sache nichts beizutragen vermögen und daher unerwähnt bleiben mögen; ihr Verfahren bewegt sich noch ganz im Rezeptenstil aus der Sauerteigzeit der Kunsthefeentwicklung. Das Verfahren schreibt den Zusatz von folgenden Stoffen auſser der Hefe zum Hefegut vor: Kartoffelmehl, Ammoniumkarbonat, Schwefelsäure, Korn- und Kartoffelspiritus in bestimmten Quantitäten. (D. R. P. 325.)

F. W. Marquardt in Hannover suchte die Malzkeime als solche oder in Gestalt eines nach bestimmter Weise daraus hergestellten Extraktes für die Kunsthefe nutzbar zu machen; ein gröſserer Erfolg dieses Verfahrens ist wohl deshalb ausgeblieben, weil man sich damals (1879) der Bakterien der Malzkeime noch nicht hinreichend zu erwehren vermochte (D. R. P. 6622 und 9534).

Das bereits erwähnte Verfahren von J. Jäckel und O. von Michaelis (D. R. P. 22625) bietet keinen Anlaſs zu näherer Besprechung; mehrere Jahre lang stand dagegen das Verfahren von Partenheimer im Vordergrunde der Erörterung, welches unter gänzlicher Ersparung von Malz lediglich eine Portion der Hauptmaische als Hefegut separierte, dieses säuern lieſs und später die reife Hefe mit saurem Hefegut vorstellte. Diese Hefe erwies sich aus falscher Sparsamkeit am Malz schlieſslich doch als zu schwach (D. R. P. 25211).

Darauf folgt nach einem Vakuum im Jahre 1892 das schon erwähnte Fluſssäureverfahren (D. R. P. 64143) und in demselben Jahre das Verfahren von Geduld in Paris, wonach durch Einwirkung von Alkalien auf den Zucker der Maischen bei einer dem Siedepunkt der Maische nahe liegenden Temperatur organische Salze gebildet und darauf durch Mineralsäure die Gesamtmenge der in der Maische enthaltenen Säuren freigemacht wird (D. R. P. 68702). Ob dieses Verfahren jemals praktisch gehandhabt worden ist, ist nicht bekannt geworden.

Natürlich muſs in der Neuzeit für jedes Gebiet mindestens einmal die Verwendung der Elektrizität vorgeschlagen werden, und muſste denn auch der Vorschlag, die Säuerung des Hefegutes durch den elektrischen Strom zu ersetzen, einmal geboren werden (D. R. P. 81228).

Wir begegnen jetzt (1902), indem wir uns dem Schlusse der Entwicklungsreihe nähern, den bewährten Verfahren von Bücheler-Weihenstephan (D. R. P. 123437) und des Vereins der Spiritusfabrikanten (D. R. P. 127355, 127810 und 129577); beide suchen die Pilzsäuerung des Hefegutes gänzlich zu vermeiden. Dasselbe Ziel auf anderem Wege zu erreichen, steckt sich E. Bauer in Raab, über dessen Verfahren (D. R. P. 130072) ebenfalls günstige Urteile vorliegen.

Der Vollständigkeit halber seien auch noch die Patentschriften 35409 (Schäfer-Ottensen), 72521 (Schlagenhaufer und Blumer), 84588 (Takamine), 87397 (Kryptomalz) und 124675 (Head-London) genannt. Mitteilungen über mechanische Vorrichtungen zur Herstellung und Behandlung der Kunsthefe schliefsen wir, wie das hier überhaupt grundsätzlich geschehen ist, aus.

## Rückblick.

Auf unserer Durchmusterung der Literatur sind wir oft der Bemerkung begegnet, wie grofs doch die Fortschritte und Umwälzungen auf dem Gebiete des Brennereiwesens und der Hefeforschung in den jeweilig letzten 10—20 Jahren gewesen seien und wie herrlich weit man es nunmehr bereits gebracht habe; aber wir haben auch gesehen, wie die scheinbar besten endgültigen Errungenschaften später immer wieder überholt wurden und einst in aller Munde befindliche Namen um das Gewerbe zu ihrer Zeit hochverdienter Männer fast völliger Vergessenheit anheimgefallen sind. Diese Tatsachen müssen davon zurückhalten, die Leistungen und Resultate der Gegenwart als das Höchste zu preisen; die dürfen wir um so weniger, als wir gerade in den letzten Jahren es erlebt und uns überzeugt haben, dafs selbst eine einzige neue, wissenschaftlich festgestellte Tatsache die Unzulänglichkeit fast aller vorhergehenden Untersuchungen plötzlich enthüllen kann. Wir denken dabei an die Entdeckung der Zymase durch E. Buchner, welcher damit eine neue Periode der Hefeforschung eröffnet hat, welche sich auch für die Praxis der Kunsthefebereitung sicherlich noch fruchtbar erweisen wird. Nur durch den engen Anschlufs an die Wissenschaft wird die teure Schule der Erfahrung wie bisher so auch in Zukunft auf dem kürzesten Wege zu Erfolgen gelangen; das wenigstens dürfen wir aus unserem geschichtlichen Rückblick folgern.

---

## IX.

# Zur Geschichte der Prefshefe-Industrie in Deutschland und Österreich bis zum Jahre 1895.

Kein Gewerbe ist über Nacht entstanden; wie ein Strom aus einzelnen Quellen, Bächen und Flüssen durch deren Vereinigung gebildet wird, so fliefsen die Gewerbe aus den Entdeckungen, Erfindungen und Erfahrungen vieler zusammen, und oft gehen Jahre darüber ins Land, bis sich endlich eine solche Summe neuer gewerblicher Kenntnisse und Fertigkeiten angesammelt hat, dafs sie sich mehr und mehr von den alten Gewerben sondern und endlich als neues, in sich geschlossenes Ganze auf eigenen Wegen weiter schreiten. Auf diese Weise ist die Prefshefe-Industrie aus der Bierbrauerei und der Kornbrennerei hervorgegangen; sie hat sich aber von diesen Industrien erst vor etwa einhundert Jahren getrennt.

Das Wort Prefshefe kannte man allerdings schon vor mehreren hundert Jahren; noch im vorigen Jahrhundert war aber die Bierhefe aufser dem Sauerteig das einzige Backmittel, und man benutzte sie entweder flüssig oder nachdem man sie unter einer Kelter „hart ausgeprefst" hatte. Die obergärige Bierhefe hatte den Vorzug, doch klagt Krünitz im Jahre 1781 darüber, dafs einige Bäcker auch Unterhefe benutzten; „es gehört", bemerkt er, „für das Amt der Polizey, eine solche Sudelbäckerey, die einen Ekel für dergleichen Waare erweckt, auf das sorgfältigste zu verhüten". Also schon damals eine von den Prefshefefabrikanten von heute als Verfälschung bezeichnete Mischung mit Bierhefe! Sogar der edle Stammbaum der gemischten Hefe läfst sich bis ins vorige Jahrhundert verfolgen; „vor einigen Jahren", bemerkt Krünitz,[1] „zeigte ein Jude den berlinischen Bäckern gegen eine Belohnung ein Mittel, die Weifsbierhefen mit Kartoffeln zu verlängern". Eine Getreide-Prefshefe aber war in Deutschland und Österreich nicht bekannt.

Das Gewerbe der Kornbrennerei ist bekanntlich bereits mehrere Jahrhunderte alt; ebenso alt dürfte die Erfahrung sein, dafs sich unter gewissen Verhältnissen Schaumgärung, d. h. eine Hefeschaumbildung bei der Gärung von Branntweinmaischen einstellt. Wie es scheint, erkannte

[1] J. G. Krünitz, Ökonomisch-technol. Encyklopädie, 35. Teil. Berlin 1785.

man aber in jenen frühen Zeiten nicht, dafs dieser Schaum gewonnen werden kann und im wesentlichen aus dem eigentlichen Gärungserreger, d. h. aus Hefe besteht; wenigstens finden wir in alten Büchern keine Andeutung darüber, was uns heute um so befremdender anmutet, als es bekannt war, dafs der bei der Fafsbiergärung aus dem Spundloch ausgestofsene Schaum aus Hefe besteht und ein zur Bereitung von Gebäck geeignetes Gärmittel ist. Erst gegen das Ende des 18. Jahrhunderts finden wir in deutschen Werken Beobachtungen und Vorschläge verzeichnet, welche sich auf den bei der Gärung von Kornbranntweinmaischen entwickelnden Hefeschaum und seine Verwendung beziehen.

Im Jahre 1795 teilt Beckmann[1]) den von einer englischen Gesellschaft veröffentlichten Bericht mit, welchen ein Engländer Namens William Mason im Jahre 1792 erstattet hatte und worin dieser Vorschläge zur Gewinnung von Hefe macht. Mason empfiehlt, nach dem in Brauereien üblichen Verfahren aus Malz, am besten aber ohne Hopfen, eine kleine Würze herzustellen und diese bei 80° F. (26,4° C.) der Selbstgärung zu überlassen; sobald die Würze ordentlich gärt, soll man frische Würze hinzugiefsen und könne nun nach zwei Tagen durch Abschöpfen des auf der gärenden Würze entstandenen Schaumes eine für Backzwecke und zur Bierbereitung geeignete Hefe erhalten. Wie diese Hefe etwa weiter behandelt werden soll, ist nicht angegeben; es scheint Mason auch eine gewerbliche Ausnutzung dieses Verfahrens nicht vorgeschwebt zu haben, vielmehr dürfte er sich zum Ziele gesetzt haben, Bäckereien und gröfseren Haushaltungen einen Weg zur Deckung des eigenen Bedarfs an Hefe zu zeigen.

Indessen beschäftigten sich bereits damals, wie Beckmann berichtet, viele Personen in Deutschland mit der Erfindung eines guten Gärmittels; er bespricht auch ein zu Dresden im Jahre 1793 erschienenes, von Riem verfafstes Buch, welches folgenden langen Titel führt: „Entdecktes Geheimnifs der allgemein vorhandenen brauchbarsten Gährungsmittel zum Backen, Brauen und Branteweinbrennen, mit Vergleichung der Mestmacherschen, Wagnerschen und Westrumbschen und meiner verbesserten Gährungsarten; auch Lehre, ein Fünftel mehr Brantewein zu erhalten.“ Beckmann verrät uns dabei, dafs Riems neue Kunst darin besteht, „den Branteweinspülich (Schlempe!) jedesmal nach dem Brennen kalt zum Abkühlen zu nehmen und das, was noch fehlt, durch gekochtes, aber wieder

[1]) Physikalich-ökonomische Bibliothek, worinn von den neuesten Büchern, welche die Naturgeschichte, Naturlehre und die Land- und Stadtwirthschaft betreffen, zuverlässige und vollständige Nachrichten ertheilet werden von Johann Beckmann. Kön. Churfürstl. Hofrath und ordentl. Prof. der ökonomischen Wissenschaften. 18. Band. Göttingen, im Vandenhoek- und Ruprechtschen Verlag, 1795.

abgekühltes Wasser zu ergänzen"; er wagt es aber nicht, über dieses Verfahren ein eigenes Urteil auszusprechen, sondern überläfst die Beurteilung „den geschickten Nordhäusern, welche, wenn ich nicht irre, den meisten und besten Brantewein aus dem Getreide zu erhalten wissen".

Beckmann wendet sich sodann zur Besprechung der vom Kaufmann Wagner in Braunschweig verkauften Vorschrift zur Herstellung einer Hefe, ist aber auch hier wieder sehr zurückhaltend und läfst sich nur zu folgendem Ausspruche herbei: „Ein Freund, der das Wagnersche Mittel beim Brantewein gebraucht hat, meint, in den Fässern, worin der von der angestellten Maisch abgeschöpfte dünne Teil gesamlet wird, entstehe nach 24 Stunden auf der Oberfläche ein Schaum, der der vortrefflichsten Bierhefe gleiche und der, nach seiner Vermutung, den Bäckern den Dienst der besten Hefe leisten würde."

Wir sehen, dass hier noch von einer Vermutung die Rede ist; Riem war auch auf Wagner sehr ungehalten wegen seiner „Geheimhaltung und Verhandlung (für Geld!) dieser Erfindung", und deshalb spielt er Wagner den Schabernack und macht sein Geheimnis bekannt. Es geht daraus klar hervor, dafs zu dieser Zeit, wenn überhaupt schon, so nur eine sehr unbedeutende, vorläufig als Geheimnis, aber ohne Pressen der Hefe betriebene Hefefabrikation in Deutschland betrieben sein kann; doch haben wir hiermit die ersten Spuren der deutschen Hefefabrikation wenigstens literarisch nachgewiesen. Eine Ausbreitung der Fabrikation kann auch in den nächsten Jahren noch nicht stattgefunden haben, denn die Kunst, „Hefe zu machen", wurde im Jahre 1806 nochmals entdeckt.

Nunmehr fliefsen die Nachrichten allerdings schon reichlicher, und wir begegnen jetzt bereits der Erwähnung des Trocknens, d. h. des Pressens der Getreidehefe, so dafs wir von nun an von einer Prefshefefabrikation im heutigen Sinne sprechen können. Da wir in der ersten bezüglichen Veröffentlichung aus dieser Zeit gewissermafsen die erste Urkunde der deutschen Prefshefe-Industrie vor uns haben und sie daher Interesse beanspruchen kann, so lassen wir sie wörtlich hier folgen. Wir haben sie allerdings erst aus zweiter Hand von Hering empfangen, denn die Original-Veröffentlichung von Dr. Seezen scheint verloren zu sein. Hering[1]) schreibt: „Entdecktes Geheimnifs, Hefe zu trocknen. Zu Schiedam (unweit Rotterdam) wird die Bereitung der trocknen Branntweinhefen von mehreren mit vielem Vortheile betrieben, so dafs manche fast blos Hefen verfertigen. Von da aus versendet man sie in Säcken durch ganz Holland, das Pfund

[1]) Mannigfaltigkeiten für mittlere Stände zur Beförderung guter Gesinnungen, gemeinnütziger Kenntnisse, angenehmer Unterhaltung und erlaubten Scherzes, herausgegeben von M. Carl Gottlieb Hering, Conrektor an der lateinischen Schule und Organist zu Oschatz. Züllichau, bei Darmann. 1806.

zu etwa 2 Groschen. Die Bäcker in Amsterdam bedienen sich desselben zum Backen des feinsten Weizenbrotes. Man macht zeither aus der Bereitung desselben ein Geheimnifs; doch Dr. Seezen in Jever war so glücklich, hinter das äufserst einfache Mittel zu kommen, und da er es öffentlich bekannt gemacht hat, werde ich es hier mittheilen. Durch Anwendung dieser Entdeckung braucht niemand mehr wegen Mangel an Hefe besorgt zu seyn und alle in den Zeitungen angekündigten geheimen und theuren Mittel, die Hefen zu ersparen, sind nun entbehrlich. Man kann sowohl Branntwein- als auch Bierhefen in trockener Gestalt darstellen und so gut wie frische Hefen gebrauchen, wenn man die trockenen mit warmer Milch anrührt. Das zeitherige Geheimnifs dieser Zubereitung ist folgendes: Angenommen, dafs des Morgens um 6 Uhr eingemaischt und einige Stunden nachher gestellt wird, so wird Nachmittags, ein Paar Stunden früher oder später, je nachdem die Wärme der äufseren Luft verschieden ist, das Gut in Gährung gerathen. Nun wird eine Bohle auf die gestellten Kufen gelegt und darauf ein, zwei oder mehrere Gefäfse gesetzt, welche ein wenig oberhalb ihres Bodens mit dem Zapfen versehen sind. Man erhält zwei solche Bottiche, wenn man ein Branntweinfafs mitten durchsäget. Man nimmt alsdann den Zeitpunkt in Acht, da der Maisch am Rande der Kufen einen weifsen feinen Schlamm sehen läfst, das Dicke aber noch nicht aufgestiegen ist, schiebt das wenige oben schwimmende Dicke zurück und legt ein Stück Holz dagegen so, dafs es dasselbe immer zurück hält und man den Maisch völlig rein in die erwähnten Bottiche schöpfen kann. Man füllt sie so weit, dafs nur etwa eine Hand hoch davon hervorragt. Diese Flüssigkeit gährt eine Zeitlang heftig fort und man läfst sie so lange stehen, bis sie gänzlich ausgegohren und die sich gebildeten Hefen zu Boden gesenkt haben. Hierauf werden die Zapfen geöffnet und das Flüssige davon wieder in die Maischkufen abgelassen und auf die gewöhnliche Art zu Branntwein genutzt. Die auf dem Boden befindlichen Hefen werden nun in Säcke von ungebleichter Leinewand gethan und unter einer Presse mit etwa 300 Pfd. Gewicht beschwert. Hierdurch werden die nassen Hefen ganz trocken und hart.“

Dieses ist die älteste ausführlichere Schilderung der Hefefabrikation, welche uns bekannt geworden ist; sie enthält zugleich eine Ergänzung der dürftigen und für sich allein kaum verständlichen Angaben über die Wagnersche Hefe, welche wir oben mitteilten. Indessen wird der sachverständige Leser auch in vorstehender Mitteilung von Seezen noch wenig von einem „entdeckten Geheimnis“ bemerken, denn wir erfahren daraus noch manches nicht, z. B. wie man es anzufangen hat, um Hefeschaum zu erzeugen, ob und wie die Hefe gereinigt wurde usw. Oder sollte sie damals noch nicht gesiebt und gewaschen worden sein, trotzdem die aus der angestellten Maische, wie angegeben, gewonnene Würze keines-

wegs blank und ganz frei von Hülsen gewesen sein kann? Möglich wäre das schon, obschon Seezen berichtet, dafs die Amsterdamer Bäcker das „feinste Weizenbrot“ mittels solcher Hefe herstellten, denn die Anforderungen auch an „feinstes Weizenbrot“ können zu einer Zeit, wo die Müllerei noch in den Kinderschuhen steckte, noch keine grofsen gewesen sein, wofür auch der kaum glaubliche Preis von etwa 2 Groschen für das Pfund zu sprechen scheint. Freilich hat Seezen wahrscheinlich auch nicht alles erfahren, was er gern gewufst und bekannt gegeben hätte; jedenfalls ist aber der Kern seiner Angaben richtig und zugleich so bestimmt, dafs wir in ihm eines der beiden Verfahren mit Sicherheit erkennen können, welche man als die holländischen Verfahren bezeichnet und sich bis in unsere Tage erhalten haben. Dr. J. Bersch beschreibt uns diese Verfahren im vierten Bande seiner Gärungschemie für Praktiker (Verlag von Paul Parey, Berlin, 1881). Das eine dieser Verfahren besteht darin, dafs man aus Roggen- und Malzschrot eine Maische von 0—10 % Saccharometeranzeige herstellt und sie bei 18—19° C. mit Hefe anstellt, sie dann in dem Gärbottich durch etwa drei Stunden der Ruhe überläfst und darauf mittels einer Pumpe von oben beiläufig $^3/_5$ der Maische in eine flache Kufe, den sogenannten Oberbottich, befördert und in diesem der Gärung überläfst. Dieses Verfahren hat offenbar den Zweck, durch das Ruhen der Maische, welche jedoch mit Hefe schon angestellt ist, das Absitzen der gröberen, unlöslichen Bestandteile, der Hülsen des Getreides und des Malzes herbeizuführen, indes sich die Hefe in der Flüssigkeit selbst schon stark zu vermehren anfängt. In dem Oberbottich tritt alsdann energische Gärung ein, welche man 40—44 Stunden fortdauern läfst und den dabei zutage tretenden Hefeschaum mit flachen Schaufeln abnimmt. Nach dem Abschöpfen der Hefe bringt man den Inhalt des Oberbottichs in den Gärbottich zurück und läfst in demselben die Maische vollends ausgären. Die abgeschöpfte Hefe wird in kaltem Wasser aufgeschlämmt, durch ein feinmaschiges Sieb aus Müllergaze gegossen und dann absitzen gelassen, von dem Wasser getrennt und dann geprefst; man erhält auf diese Weise 4—6 Pfd. Hefe von 100 Pfd. Getreide. Diese vergorene Maische wird auf Genever verarbeitet. Nach dem zweiten holländischen Verfahren arbeitet man in der Weise, dafs man dem Oberbottich eine so flache Form gibt, dafs er mit einem Kühlschiff die gröfste Ähnlichkeit hat; die Maische in dieser Art von Oberbottich gärt und schiebt nach und nach eine kompakte Hefemasse an die Oberfläche. Nach vollendetem Auftrieb wird aber die Hefe nicht abgenommen, sondern die Flüssigkeit, auf welcher sie schwimmt, wird von unten langsam abgelassen und in den Maischbottich zurückgebracht; die Hefe lagert sich dann als eine zusammenhängende Masse am Boden des Oberbottichs ab und wird von da mittels flacher Krücken nach einer Ecke des Bottichs geschoben,

in welcher ein Rohr eingesetzt ist, durch das die Hefe in flache 50—59 cm hohe Bottiche fällt, in welchen sie sich nach einigen Stunden vollständig von der Flüssigkeit abscheidet und dann dem Waschen und Pressen unterzogen wird.

Diese zweite holländische Methode ist es offenbar, welche uns Seezen in ihren Umrissen gezeichnet hat; auch der obengenannte Wagner dürfte sein Verfahren der Hefebereitung in Holland kennen gelernt haben. Donndorff[1]) versichert uns, ohne aber Angaben technischer Natur beizufügen, dafs „die Fabrikation der trockenen Branntweinhefen in Holland schon im Jahre 1781 im besten Gange war". Holland scheint also in der Tat das Vaterland der Prefshefe-Industrie zu sein; auch Dr. Lüdersdorff bezeugt das in der von ihm im Jahre 1841 besorgten zweiten Auflage des Buches von Pistorius, betitelt: „Praktische Anleitung zum Branntweinbrennen." Es sind übrigens nicht nur mündliche und schriftliche Nachrichten über die holländische Prefshefe-Fabrikation zu uns herübergelangt, sondern sie scheint auch, nachdem sie bereits mehrere Jahre in Deutschland eingebürgert war, durch Holländer bei uns weiter verbreitet worden zu sein, denn offenbar spricht F. Schwarze aus eigener Erfahrung, wenn er in der von ihm im Jahre 1841 besorgten Ausgabe von Hermbstädts „Kunst, Branntwein zu brennen" sich also ausläfst: „Die Fabrikation der trockenen oder Prefshefe, ein Nebenzweig der Branntweinbrennerei, wurde lange vorher, ehe wir ihren Wert kennen lernten, in Holland be-

[1]) J. A. Donndorff, Bürgermeister von Quedlinburg, Mitglied mehrerer gelehrter Gesellschaften, schrieb eine Geschichte der „Erfindungen in allen Teilen der Wissenschaften und Künste". Quedlinburg und Leipzig 1817. — In guter Übereinstimmung mit Donndorffs Angaben stehen diejenigen von Nemnich.

Im Jahre 1809 veröffentlichte Ph. A. Nemnich, der Rechte Lizentiat in Hamburg, welcher in Deutschland, Holland und England viele der Kultur und Industrie gewidmete Reisen ausgeführt hat, auch einen Bericht über seine Reisen durch Holland, welche, wie namentlich auch seine Reisebeschreibungen vom Rhein und aus Westfalen, äufserst interessant sind und uns so recht den Wechsel der industriellen und sonstigen Verhältnisse erkennen lassen (s. Originalbeiträge zur eigentlichen Kenntnis von Holland, I. Band, Tübingen, in der J. G. Cottaschen Buchhandlung, 1809). Nemnich berichtet auch vom „Gäscht", d. h. der Hefe, und zwar der Bierhefe, welche man von Brabant aus mit sog. Theemser-Schuiten und im Winter zu Lande in grofsen Quantitäten nach Schiedam zu den Aufkäufern brachte, welche die Hefe an die Geneverbrennereien absetzten, in denen sie zum Anstellen diente. Zu der damaligen Zeit aber kannte man in den Niederlanden nur obergärige Bierhefe. „Ihren eigenen Branntwein-Gäscht dagegen", fährt Nemnich in seinem Berichte wörtlich fort, „füllen die Schiedamer, trocken geprefst, in Säcke und senden ihn nicht nur durch alle Provinzen und insonderheit nach Amsterdam, sondern auch nach Brabant. Denn er wird durchgehends in den Bäckereyen und Haushaltungen dem Bier-Gäscht vorgezogen,

trieben, und vielleicht wäre sie bis jetzt noch nicht bei uns einheimisch geworden, wenn nicht einige spekulative Holländer vor ungefähr 20 Jahren Deutschland durchzogen und die in ihrer Heimat übliche Methode gegen ein ansehnliches Honorar hier und da gelehrt hätten. Der grofse Gewinn, den dieser Fabrikationszweig anfänglich abwarf, sowie das sorgfältige Geheimhalten desselben von seiten der Eingeweihten erregte bald die allgemeine Aufmerksamkeit der Brennereibesitzer, und nicht lange währte es, so wurde die holländische, im Grunde sehr unvollkommene Bereitungsart der Prefshefe von einer verbesserten und ergiebigeren Methode verdrängt."

Letzere Angabe ist zutreffend, wie wir nachweisen können; an die „Verbesserungen" aus damaliger Zeit dürfen wir freilich unseren heutigen Mafsstab nicht anlegen wollen. Auch dafs die Einführung der Prefshefefabrikation in Deutschland in die ersten Jahre des 19. Jahrhunderts fällt, dürfen wir als sicher annehmen; wer und wo man zuerst an die neue Industrie herantrat oder vielmehr sie begründete, das liefs sich nicht feststellen.

Wahrscheinlich ist es, dafs ein Sohn von Johann Heinrich Tebbenhoff, Brennereibesitzer in Sattrup bei Fürstenau, Provinz Hannover, der erste, wenigstens aber einer der ersten Prefshefefabrikanten Deutschlands gewesen ist; er begann in der im Jahre 1784 von seinem Vater begründeten Kornbranntweinbrennerei mit der Erzeugung von Hefe im Jahre 1810, nachdem er sie vorher in Holland kennen gelernt und vielfach selbst ex-

---

weil er nicht die unangenehme Bitterkeit desselben hat. Durch den allgemeinen Gebrauch des brabantischen Bier-Gäschts in den Brennereyen, sowie des trocknen Gäschts in den Haushaltungen leiden die inländischen Bierbrauereyen einen wesentlichen Schaden. Noch vor 30 oder 40 Jahren konnte eine der gröfsten Brauereyen in Holland jährlich 30000 Gulden und darüber aus ihrem Gäscht machen. Jetzt mufs sie ihn, sozusagen als zu weiter nichts dienlich, wegwerfen."

Dafs die Prefshefe- und die Geneverfabrikation in Holland von Anfang an in den holländischen Fabriken verbunden war, wird von Nemnich bestätigt; nach ihm befanden sich in Schiedam die meisten Brennereien, die gröfste in Delft. Die gröfste in Schiedam, genannt „Grauwen-Hengst", und die gröfste in Delft, genannt „Papaagay", hat Nemnich selbst besucht. Die besten Wacholderbeeren bezog man aus Köln und Koblenz, während die französischen weniger geschätzt waren; der Zentner galt 18—19 Gulden, ehemals aber nur 5—6 Gulden. Auf je 200 Pfd. Roggen kamen 100 Pfd. Malz; auf 100 Pfd. Schrotgemenge rechnete man $1^2/_3$—2 Pfd. Wacholderbeeren. In Rotterdam hatte man in den ersten Jahren des vorigen Jahrhunderts bereits die Dampfmaschine zum Mahlen des Malzes eingeführt; die Regierung befand es aber bald darauf für gut, sie zu verbieten. In der Likörfabrikation zeichnete sich schon damals das Haus Fokking in Amsterdam aus; es empfahl sich auf seiner Preisliste, die an 150 verschiedene Artikel enthielt, als „assez renommée par les quatre parties du monde".

perimentiert hatte. Tebbenhoff verkaufte die Hefe anfangs in flüssigem Zustande und ging erst zwei Jahre später zum Pressen der Hefe über, und zwar geschah dies anfangs einfach durch Beschwerung der mit Brettern bedeckten, mit Hefe gefüllten Hefebeutel; diese Methode wurde im Jahre 1825 durch die bekannte Hebelpresse (Hebel an einem Ende belastet) ersetzt.

Der neuen Fabrikation scheint man, wie bereits erwähnt, ein grofses Interesse entgegengebracht zu haben. In Prenzlau erschien schon zwischen den Jahren 1810 und 1820 eine Broschüre über die Prefshefefabrikation; desgleichen ein kleines Buch über denselben Gegenstand in Schwedt, dessen Titelblatt folgende Aufschrift trug: „Aufgedecktes Geheimnifs, die geprefste und sog. trockene Bärme oder Hefe leicht und gut mit bedeutendem Gewinn zu fabricieren usw. Schwedt, 1820. 8. m. B. (6 Thlr. 12 Gr.) (Auch unter dem Titel: Neues gemeinnütziges Handbuch für Gutsbesitzer, Beamte, Manufakturisten, Weinhändler usw.) Beide Werkchen scheinen vollständig verloren gegangen zu sein.

Im Jahre 1822 gab dann der Amtsrat und Lektor der technischen Chemie C. T. Tule ein Büchlein, verlegt bei Hemmerde und Schwetschke in Halle, heraus, welches den Titel führt: „Gründlicher und systematischer Unterricht in Verfertigung der trocknen Hefe aus der Branntweinmaische.“ Dieses Werkchen lag uns vor; zur Kennzeichnung des damaligen Standes des technischen Wissens müssen wir einige prägnante Angaben daraus hervorheben. Dafs bezüglich der Zusammensetzung des Getreides und Malzes ein wesentlicher Unterschied bestehe und dafs dem Malze insbesondere die Aufgabe obliegt, das Stärkemehl in lösliche, vergärbare Stoffe überzuführen, wufste man damals noch nicht, vielmehr erblickte man die gröfsere Bedeutung des Malzes gegenüber derjenigen des Getreides in seinem gröfseren Zuckergehalt; infolge dieses Umstandes sollte das Malz, wie man annahm, leichter „in die weinige Gärung“ übergehen. Dafs die Hefe eine Pflanze ist, ahnte man damals noch nicht, sondern man hielt sie für eine Art von Kleber (Eiweifs) und hielt dafür, dafs sie bei der Gärung das Stärkemehl der Maische zunächst in Zucker überführe und dann diesen Zucker in Alkohol und Kohlensäure spalte. Dafs der Maischprozefs im wesentlichen ein Verzuckerungsprozefs ist, wufste man also ebenfalls noch nicht, und obgleich Tule mitteilt, dafs die Herstellung der Prefshefe damals nur einzelnen Brennereibesitzern bekannt war, er selbst allerdings schon eine fünfjährige Erfahrung hinter sich hatte, so empfiehlt er doch das Garbrühen bis zu einer Temperatur von 58—60° R. fortzuführen. Die Thermometer und ihre Benutzung mögen freilich auch noch danach gewesen sein! Das Einteigen und Maischen geschah damals natürlich nur von Hand und das Garmachen nicht mit Dampf, sondern nur mit heifsem Wasser; auf 5 Teile Roggen kam ein Teil Luft- oder Darrmalz. Die Maische wurde der Ruhe überlassen und dann durch blofses Rühren während 6—8 Stunden auf

34—40° R. abgekühlt; ein Kühlschiff oder gar einen Kühler finden wir damals noch nicht erwähnt, doch wird man Kühlschiffe aus Holz vermutlich damals schon benutzt haben, obgleich wir für die Prefshefe-Industrie seiner erst in den dreifsiger Jahren gedacht finden, wie denn auch Tebbenhoff erst im Jahre 1833 das Kühlschiff bei sich einführte. Selbstredend blühte zu jener Zeit, wo eine entsprechende gewerbliche Fachzeitung noch nicht existierte, noch die üppigste Geheimniskrämerei; daher die häufige Erwähnung des „entdeckten Geheimnisses" der Hefefabrikation. Tule rechnet es sich zum Verdienste an, den Hefebrennern den bezüglichen Stein der Weisen verraten zu haben; er besteht nach seiner Ansicht in einem Zusatz eines Gemenges von Pottasche- und Salmiaklösung zu der auf etwa 40° R. abgekühlten Maische. Die Anwendung von Schlempe war bereits damals bekannt; sie wurde in Gefäfsen mit falschem Boden, der mit darüber lose befestigtem Stroh versehen war, rasch geklärt und nach der Selbstkühlung der auf 36—40° R. abgekühlten Maische zugesetzt. Die Anstelltemperatur wurde lediglich durch kühlendes Rühren und Zusatz kalten Wassers herbeigeführt; es wurde mit flüssiger Prefshefe oder mit Bierhefe angestellt. Das Abschöpfen, Sieben, Waschen und Pressen der Hefe mit Hebel- oder Schraubenpresse geschah in bekannter, z. T. heute noch üblicher, wenn auch unvollkommener Weise. Man verlangte, dafs die geprefste Hefe im Winter 3—4 Wochen, in den Sommermonaten aber sich 8—14 Tage halte. Charakteristisch sind noch Tules Angaben über die Farbe der Prefshefe; er sagt darüber: „Auf die Farbe kommt es eigentlich nicht so viel an, indem bekanntlich die schönsten Hefen in Berührung mit der Luft sich färben und bräunlich werden. Jedoch mufs das Auge auch befriedigt werden und man wird deshalb an einer vollkommen guten Hefe auch das weifse Aussehen als eine gute Nebeneigenschaft aufzählen können." Verwöhnt war man also damals noch nicht. Tule setzt dann die Vorteile der Prefshefe gegenüber flüssiger Hefe und Bierhefe des Langen auseinander und datiert von ihrer Erfindung eine neue Epoche in der Weifsbäckerei. Immerhin aber hatte die Prefshefe damals noch Widersacher und solche gibt es ja heute noch; über die Verbreitung der Prefshefe schon damals spricht sich Tule in folgender Weise aus: „An vielen Orten, hauptsächlich in Haupt- und anderen Städten, wo der Rost der Vorurteile nicht so tief im Gehirn haftet, bedienen sich die Konditoren, Bäcker und andere dergleichen Gewerbetreibende ausschliefslich dieser Hefe, welche sie meistens kontraktmäfsig aus Hefebrennereien beziehen."

Diese Nachrichten stammen, wie erwähnt, aus dem Jahre 1822; die nächsten uns zugänglichen Nachrichten sind von einem sehr verständigen Praktiker Namens Gutsmuths[1]) mitgeteilt, einem Schüler von Professor

[1]) Der praktische Hefefabrikant oder gründliche Anweisung, nicht allein die holländische Prefshefe nach einer verbesserten Methode zu fabriciren, sondern

Hermbstädt in Berlin, dessen Buch „Chemische Grundsätze der Kunst, Branntwein zu brennen“, sowie ein Buch von Förster über Brennerei und Brauerei Gutsmuths benutzt hat; beide Werke haben nebenbei auch über Prefshefe gehandelt. Gutsmuths erzählt uns, dafs ihm der Erfinder der Prefshefe unbekannt sei, wahrscheinlich habe man sie zuerst in Holland fabriziert; die ersten Rezepte seien in Deutschland „mit 200—300 Stück Louisd'or“ bezahlt worden, und sie sei, soviel ihm bekannt, zuerst in Berlin unter dem Namen „Tafelgest“ fabriziert und weit umher versandt worden. Später sei diese Prefshefe in Magdeburg, dann in Walbeck und von ihm selbst in Quedlinburg hergestellt worden, von wo auch Nordhausen, Sondershausen usw. versorgt worden seien. Die Bäcker zahlten damals $7^1/_2$ bis 10 Sgr. für das Pfund Prefshefe.

Gutsmuths empfahl mit 50—52° R. gar zu brennen, kühlte die Maische auf dem Kühlschiff und stellt sie mit 20—22° R. an; die Schlempe sollte nicht mehr als 8—10 mal gebraucht werden, „weil sonst die Hefe grau wird und auch der Branntwein einen üblen Geschmack erhält“. Der abgeschöpfte Hefeschaum wurde durch ein Haarsieb oder einen Beutel von den Trebern getrennt und „sogleich mit einigen Eimern kalten Wassers übergegossen, damit die fernere Gährung augenblicklich ins Stocken kommt und die Hefe ihre Kraft nicht verliert“. Also wie heute (1895)! Eine Benutzung von Kunsthefe im engeren Sinne scheint man damals bei der Prefshefefabrikation noch nicht gekannt zu haben.

Das Anstellen geschah nach Gutsmuths gewöhnlich mit Spundhefe (obergäriger Bierhefe) oder mit Prefshefe; von der Prefshefe wurden auf 240 Pfd. Schrot 2 Pfd. genommen, welche man vor dem Zugeben mit 8 Pfd. „lauwarmem Bier“ (d. h. wohl mit Maische) verdünnte. In den zwanziger Jahren benutzte man aber auch bereits ein Anstellmittel, welches man als Kunsthefe bezeichnen könnte, die man derart bereitete, dafs man eine kleine Maische nach dem Abmaischen 10—12 Stunden sich selbst überliefs, darauf nach Gutdünken einen Teil abschöpfte und nun mit Hefe anstellte, indem man unter Umständen noch etwas von der am Tage vorher angestellten Maische (Kunsthefe oder Hauptmaische?) zusetzte. Nach „einigen Stunden“ Gärens war die Kunsthefe zum Gebrauche fertig. Man schrieb aber dem langen Stehen Nachteile in bezug auf die Ausbeute an

auch die besten Arten flüssiger Hefen für die Weifsbäckerei auf leichte Weise mit wenigen Kosten sich zu jeder Zeit selbst anzufertigen. Nebst Mittheilung der besten Recepte zur Bereitung künstlicher Gährungsmittel für die Branntweinbrennerei. Ein nöthiges Hülfsbuch für Gewerbetreibende in diesem Fache, Hefehändler, sowie für Landwirthe, die ihren Hefebedarf oft aus der Ferne beziehen müssen. Von Friedrich Wilhelm Gutsmuths, praktischem Bäcker und Branntweinbrenner. Druck und Verlag von G. Basse, Quedlinburg und Leipzig 1833.

Branntwein zu; wahrscheinlich schlug die Gärung des Hefegutes manchmal fehl, weshalb man auf Abhilfe sann. „Geheimniskrämer reisten umher und liefsen sich oft für vieles Geld ihre Hirngeburten, die sie nicht versucht hatten, abkaufen und mancher ward aufs schändlichste betrogen.“ Später nahmen sich geachtete Männer, wie Hermbstädt, Pistorius, Dorn, Reiz u. a. m., dieses Gegenstandes an; die beste Vorschrift scheint aber der „Feuerbaumeister“ Kittel in Berlin angegeben zu haben, der sich für sein Rezept 2 Friedrichsd'or bezahlen liefs. Gutsmuths sagt von diesem Rezept, dafs er es 15 Jahre lang angewendet habe und dafs es auch in Nordhausen, Quedlinburg, Halberstadt, Wernigerode, wie in fast allen grofsen Brennereien benutzt werde. Hiernach brachte man bei einer Hauptmaische von 6 Scheffel Getreide (84 Pfd. = 1 Scheffel) in das Hefegefäfs 6—8 Eimer ganz klare und kühle Schlempe von 8—12° R. Wenn nun die am gleichen Tage angestellte Hauptmaische so lange gestanden hatte, bis sie anfing zu rahmen, d. h. an dem Rande des Bottichs einen weifsen Kranz von Schaumblasen zu bekommen und die Oberfläche mit einer leichten weifsen Haut bedeckt erschien, so zog man von dieser Maische 6—8 Eimer ab und mischte sie mit der Schlempe im Hefegefäfs, welche man mit 4 Lot Pottasche vorher abgestumpft hatte. Wenn nun dieses Gemisch nach 6—8 Stunden anfing eine weifse Haut zu zeigen, so gofs man einige Eimer kaltes Wasser oder kalte Schlempe hinzu und wiederholte dies unter Umständen alle 6 Stunden. Nach etwa 24 Stunden war die Kunsthefe reif; sollte sie eher fertig sein, so liefs man das kalte Wasser weg. Die Schlempe sollte nicht wärmer als 18° R. sein; als Hefegefäfs benutzte man eine „flache Wanne“ von 2 Fufs Höhe.

Über den Versand, den Absatz und das Aufbewahren der Prefshefe macht Gutsmuths Angaben, aus welchen wir ein Bild der damaligen Verhältnisse gewinnen; die Verkehrsmittel waren damals noch sehr beschränkt und die uns heute als naheliegenden, einfachst erscheinenden Verpackungsmittel noch nicht bekannt.

Gutsmuths erklärt es für völlig gleichgültig, wie man die Hefe im Winter versendet; im Sommer empfiehlt er aber die Hefe nicht in gröfseren „Packen“ als höchstens 4 Pfd. zu verschicken, damit sie sich nicht erhitze und sauer werde. Hierbei müssen wir uns erinnern, dafs die Eisenbahn zu jener Zeit noch im Anfange ihrer Einführung stand; es wurde noch alles durch Boten oder mit Fuhrwerk versendet. Erster Grundsatz war es dabei, den Boten im Sommer nicht bei Tage, sondern gegen Abend auszusenden, damit er „vor eintretender Sonnenwärme“ eintreffen könne. Für „noch weitere Sendungen vielleicht per Achse“ gab Gutsmuths folgende Vorschrift: Man verfertige sich mit doppelter grober Leinwand einen inwendig ausgeschlagenen Kasten. Die Leinwand wird stark mit Salzwasser angefeuchtet und dieser Kasten nun in einen gröfseren gesetzt. Der Boden

dieses gröſseren Kastens ist unten mit feuchtem Grase belegt und auf dieses wird nun der Hefekasten plaziert, die Zwischenräume an den Seiten werden ebenfalls mit feuchtem Grase ausgefüllt und nun wird die Hefe in Päckchen zu 2 bis höchstens 4 Pfd. in mit Salzwasser angefeuchtetem Papier schichtweise in den unteren Kasten gelegt. Ist die untere Schicht voll, so wird über dieselbe ein leinenes Tuch gebreitet und so fortgefahren, bis der innere Kasten voll ist. Nun wird jeder von beiden Kästen mit einem Deckel verschlossen und die Fugen mit Papier verklebt und so versendet.

Gutsmuths rühmt sich, auf diese Weise in den heiſsesten Tagen des Juli über 20 Meilen weit mit den besten Erfolgen verschickt zu haben. Wie haben sich doch die Zeiten geändert! Der Hefehandel im heutigen Sinne war damals auch noch nicht ausgebildet; man tut wohl, sagt Gutsmuths, die Hefe an einen bestimmten Abnehmer zu versenden, von welchem die andern ihren Bedarf beziehen. „Mit diesem berechnet man sich monatlich und gibt demselben einen verhältnismäſsigen Rabatt, welcher durch Mehrsendung von Hefe ausgeglichen wird. Nach Nordhausen versandte ich monatlich auf diese Weise an einen Herrn Bäckereibesitzer Rosenthal (am Markt) oft mehr als für 100 Tlr.“ Gutsmuths hält diesen Umsatz offenbar für einen bedeutenden, woraus sich ein Rückschluſs auf die Gröſse der vormaligen Fabriken unschwer ziehen läſst.

Mit dem Aufbewahren der Preſshefe im Sommer stand es schlecht; man verbrachte sie in den Keller, womit natürlich kein guter Erfolg erreicht wurde, weshalb Gutsmuths empfahl, die Preſshefe unter kaltem, öfter zu erneuerndem Wasser aufzubewahren, damit sie sich „6, ja sogar 8 Wochen lang“ halte. Der Bedarf an Preſshefe war damals im Sommer geringer als im Winter, denn die Bierhefe scheint zu dieser Zeit noch den Vorrang behauptet zu haben, und da man damals untergäriges Lagerbier und Eiskeller noch wenig kannte, sondern fast ausschlieſslich obergäriges Bier braute, so muſste die Biererzeugung dem im Sommer gesteigerten Durst direkt folgen. Es wurde daher im Sommer mehr Bier gebraut als im Winter und deshalb auch im Sommer mehr Bierhefe gewonnen, wodurch der Preſshefeabsatz geschädigt wurde. Auch in dieser Beziehung liegen die Verhältnisse heute ganz anders. Die Konkurrenz der Bierhefe muſs den Preſshefefabrikanten in der Tat im Sommer eine sehr fühlbare gewesen sein, denn Gutsmuths, selbst Fabrikant, empfahl die Preſshefe, falls sie nicht dem Betriebe entsprechend abgesetzt werden könne, zu trocknen, indem man sie mit dem Mangelholz wie Nudelteig ausbreite und auf Löschpapier an einem luftigen, schattigen Orte eintrocknen lasse. Die trockne Hefe sollte gepulvert und in Gläsern oder Büchsen aufbewahrt werden; in diesem Zustande sollte sie sich länger als ein Jahr halten und im Bedarfsfalle wieder in Wasser aufgelöst und darauf wie frische Hefe gepreſst werden.

Diese Nachrichten stammen, wie erwähnt, aus dem Jahre 1833. Im Jahre 1831—1832 ist auch bereits die Helbingsche Fabrik in Wandsbeck begründet worden; der bekannte Christ. Heinr. Helbing, welcher im Jahre 1887 seine Fabrik als gröfste Deutschlands bei seinem Tode hinterliefs, hatte diese von seinem Vater um die Jahre 1852—1854 übernommen, zu einer Zeit, als die bekannten Fabriken von Sohst und von Peters in Hamburg bereits für den Export sollen gearbeitet haben. Helbing, welcher Ende der vierziger Jahre in einer Kopenhagener Hefefabrik gearbeitet hatte, schaffte anfangs das Schrot vom Müller auf seinen eigenen Schultern heran und liefs seine Hefe mit dem Hunde ausfahren. Ende der dreifsiger Jahre konnte Prof. Dr. Otto[1]) in Braunschweig in seinem Lehrbuche der rationellen Praxis der landwirtschaftlichen Gewerbe schon mitteilen, dafs „in einigen Gegenden ganz enorme Quantitäten von Prefshefe bereitet und verschickt“ wurden. Über die technische Seite des Gewerbes ist Otto aus eigener Anschauung und Erfahrung offenbar nicht unterrichtet gewesen, denn sonst hätte er nicht berichten können, in der Kornmaische entstehe zwar mehr Hefe als in Bierwürze, doch sei sie in dieser Maische wegen der Menge der unaufgelösten Substanzen nicht so leicht erkennbar, indessen könne der aufmerksame Beobachter die Hefe auf der Oberfläche der Maische als eine zähe, weifsgelbliche Masse zu einer gewissen Zeit bemerken. Im übrigen entwirft Otto von dem damaligen Betriebe ein richtiges, wahrscheinlich ihm aus der Praxis geliefertes Bild; man teigte ein Teil Gerstenmalzschrot mit 3 Teilen Roggenschrot mit Wasser von 40—50° R. ein und maischte bei 50—52° R. mit kochendem Wasser oder Dampf (letzterer hier zum ersten Male für diesen Zweck genannt!) ab, liefs aber die Maische im Vormaischbottiche absichtlich 4—6 Stunden stehen, d. h. bis sie einen „säuerlichen aber angenehmen Geschmack“ bekam. Letzteres Verfahren ist bezüglich der quantitativen Hefeausbeute gewifs nicht ohne günstigen Einflufs gewesen, ja es ist als das eigentliche „Geheimnis“ der Hefefabrikation anzusehen, sofern von allen anderen künstlichen Mitteln abgesehen wird. Auch das Vorstellen der Anstellhefe mit wärmerer, süfser Maische ist damals schon üblich, ferner das Ansäuern der Hauptmaische mit Schwefelsäure (auf 1000 Quart $^1/_2$ bis 1 Pfd. Säure), so dafs wir hier, wenn wir noch den Schlempezusatz als bekannt hinzunehmen, bereits das sog. Hamburger Verfahren vor uns haben. Sehr grofse Fabriken Hamburgs gingen erst in den siebziger Jahren zum Gebrauch der Kunsthefe über. Otto schätzt die Branntweinausbeute auf $^1/_4$—$^1/_5$ geringer bei der Hefefabrikation als bei der reinen Branntweinfabrikation; von 100 Pfd. Getreideschrot zog man 6—8 Pfd. Hefe, also bereits fast doppelt so viel als nach dem alten holländischen

[1]) Vgl. Dinglers polytechnisches Journal, Jahrgang 1838, S. 146.

Verfahren. Von den bei der Branntweinbrennerei aus 100 Pfd. Schrot erhaltenen 21 Quart Branntwein fallen nach Otto bei der Prefshefefabrikation obige Beträge aus. Schon damals stellte man auch aus Kartoffeln Hefe her und zwar nach dem zweiten oben bezeichneten holländischen Verfahren; eine gröfsere Verbreitung hatte aber die Benutzung der Kartoffeln zur Hefefabrikation auch damals nicht.

Über die durchschnittliche Qualität der in jenen Jahren hergestellten Prefshefe sind die Nachrichten spärlich; dafs aber das Erzeugnis trotz der oben mitgeteilten Angaben Gutsmuths nicht die Haltbarkeit und sonstigen heute verlangten guten Eigenschaften hatte, mufs man wohl aus technischen Gründen annehmen. Einen dahin gehenden Schlufs darf man aber auch schon deshalb ziehen, weil die zum Teil bereits aus dem achtzehnten Jahrhundert stammenden Rezepte zur Haltbarmachung der Bierhefe auch im ersten Drittel des neunzehnten Jahrhunderts sich in endlosen Variationen in ihrer Übertragung auf die Prefshefe wiederholen, indem man empfiehlt, die Hefe zur Haltbarmachung für längere Zeit mit Getreidemehl aller Art oder Malzmehl, Hülsenfruchtmehl, mit Würze, mit Honig, mit Zuckerlösung, mit Eiweifs, mit Kartoffelmehl, mit Hopfenabsud usw. zu mischen oder die Prefshefe in dünner Schicht an der Luft oder mittels künstlicher Wärme trocken zu machen. Das holländische Verfahren der Hefeerzeugung aus Würze ist auch durch die Hefeerzeugung aus Maische keineswegs rasch verdrängt worden. Ein Braumeister Namens Joseph Pfeffer in München liefs sich noch im Jahre 1830 ein bayerisches Privilegium erteilen auf die Herstellung von Hefe aus einer in der üblichen Weise mittels Dekoktion aus einer bestimmten Getreide-Malzmischung hergestellten Würze, aus welcher die Hefe durch Sedimentation oder Abseihen in der bekannten Weise gewonnen wurde. Die vergorene Würze eignet sich sehr zur Essigfabrikation; sie soll daher mit der Prefshefefabrikation bis ausgangs der fünfziger oder anfangs der sechziger Jahre namentlich in Süddeutschland verbunden gewesen sein. Bis in die vierziger Jahre oder vielleicht noch länger soll man auch in Schleswig-Holstein und Dänemark nur obergärige flüssige Bierhefe und in Süddeutschland auch reine Malzwürzhefe hergestellt und in den Handel gebracht haben. Solche Hefe wurde bis vor etwa 2—3 Jahren[1]) von den Firmen von Schlemmer-Hochheim und von Schlemmer-Mainz-Weisenau produziert. Diese Fabrikation wurde durch die Konkurrenz der Prefshefe allmählich verdrängt und befindet sich völlig auf dem Aussterbe-Etat. Herr von Schlemmer-Weisenau ist übrigens auch der Erfinder des ersten mechanischen Darrmalz-Wenders. Diese Fabrikanten gewannen indessen keinen Essig, sondern Branntwein aus der Würze. (Vgl. auch Ballings

[1]) Geschrieben im Jahre 1895.

Gärungschemie, 1865, Bd. III.) Einen weiteren Beweis zugunsten der Annahme, dafs die damalige Prefshefe in ihrer Qualität nicht befriedigte, dürfen wir darin erblicken, dafs eine auch heute noch zu einer unserer angesehensten gewerblichen Vereinigungen zählende Gesellschaft, nämlich der Verein zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preufsen, im Jahre 1839 folgendes merkwürdige Preisausschreiben erliefs:

„Preisaufgabe,[1]) betreffend die Erzeugung einer Hefe zum Behuf der Weifsbrotbäckerei. Die goldene Denkmünze oder deren Wert und aufserdem 300 Taler für die Erzeugung einer wirklichen Hefe zur Weifsbrotbäckerei, welche jeder Bäcker auf leichte Weise in möglichst kurzer Zeit, von höchstens drei Tagen, selbst bereiten kann. Die verlangte Hefe kann in flüssiger Gestalt oder in Form der sog. Prefshefe dargestellt werden, jedoch mufs sich dieselbe sowohl in kleinen als auch in grofsen Quantitäten erzielen lassen. Flüssige Hefe dieser Art mufs abwärts noch bis zu 6 Quart und trockene bis zu 2 Pfunden darstellbar sein."

„Als Eigenschaften der Hefe wird verlangt, dafs dieselbe in Hinsicht ihrer Wirkung der bisher gebräuchlichen frischen Bierhefe oder der Prefshefe bei quantitativer Vergleichung nicht nachstehe, dafs sie weder bitter noch sauer sei oder sonst einen unangenehmen Geschmack habe, noch in neunstündiger Gärung den mit derselben angestellten Teig sauer mache, dafs sie ferner auf die Farbe des Gebäcks keinen nachteiligen Einflufs ausübe, vielmehr möglichst weifs sei, endlich dafs die Kosten ihrer Darstellung weder den gegenwärtigen Preis der Prefshefe, welcher mit 6 Sgr. fürs Pfund, noch den der frischen Bierhefe, welcher mit 2 Sgr. fürs Quart angenommen wird, übersteigen, wobei jedoch die Benutzung etwaiger Abgänge zur Verminderung des Preises nicht mit in Rechnung gebracht werden darf."

Die Bäcker, also die Hauptkonsumenten, waren mit der Prefshefe noch nicht zufrieden; vielleicht lag das zum Teil auch an den mangelhaften Transportverhältnissen der damaligen Zeit. Natürlich ist jener hohe, ansehnliche Preis niemals zuerkannt worden, denn die Hefe ist keine Sache, die sich etwa wie eine chemische Verbindung nach einfacher Formel leicht und am wenigsten im kleinen nach einer starren Regel mechanisch erzeugen läfst. Wäre solche regelmäfsige, nicht fehlschlagende Erzeugung auch möglich, so würde sie gegenüber den gröfseren Ausbeuten des Fabrikbetriebes doch niemals aufkommen und damit in Wettbewerb treten können.

Wir treten jetzt den vierziger Jahren näher; oben haben wir bereits erwähnt, dafs damals die Lehrbücher von Pistorius-Lüdersdorff und von Hermbstädt-Schwarze in zweiter Auflage erschienen sind.

---

[1]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preufsen, 1839.

Pistorius ist besonders bekannt durch den nach ihm benannten Destillierapparat, welcher s. Zt. die fast vollständige Alleinherrschaft in den deutschen und österreichischen Brennereien errungen hat und auch heute noch vielfach angetroffen wird. Lüdersdorff widmet der Prefshefefabrikation allerdings nur wenige Paragraphen, aus welchen wir aber doch wieder einiges über den damaligen Stand des Gewerbes lernen können. Zunächst fällt Lüdersdorffs Klage auf, dafs die Prefshefefabrikation, soweit die Zahl der sich damit beschäftigenden Brennereien in Betracht kommt, durch die im Nordosten Deutschlands die Kornbrennerei in jenen Jahren überall ersetzende Kartoffelbrennerei sehr zurückging, so dafs „die Brennereien, wie es jetzt sogar mit den Bäckereien der Fall ist, in Verlegenheit kamen". Das hölzerne Kühlschiff mit mechanischem Rührwerk bildet zu dieser Zeit ein selbstverständliches Betriebsmittel einer gut eingerichteten Brennerei; ein von Dr. Wagenmann (geb. 1787, gest. 1867 in Berlin) erfundener Maisch- und Kühlapparat mit hohlem, von Wasser durchflossenem Rührwerk findet noch keinen Anklang und scheint über die Schwelle einer Prefshefefabrik überhaupt nicht gelangt zu sein. Während die Kunsthefe in der Brennerei damals bereits heimisch war, scheint sie in der Prefshefefabrikation noch wenig verbreitet gewesen zu sein. Die Endtemperatur im Vormaischbottich wird bei 49° R. festgehalten, was also ein Fortschritt gegen früher ist; Maischverhältnis = 1 : 6, doch wird $^1/_8$ des Wassers durch Schlempe ersetzt. Dem Klären der Schlempe wird mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Die Milchsäure der Schlempe und der im Vormaischbottich schwach gesäuerten Maische ist als Schutz- und Anregungsmittel, der Extrakt der Schlempe ist als Hefenahrung erkannt. Ganz verkehrt ist die von Lüdersdorff vertretene Meinung, dafs durch den Gebrauch von mehr als einem Drittel Malz (des Gesamtschrots) die Verzuckerung im Vormaischbottich zu weit gehe, weil ein Teil Stärke übrig bleiben müsse, „um mit den Elementen der stickstoffhaltigen Materien Hefe zu bilden". Lüdersdorff hält noch immer daran fest, dafs der Zusatz von Pottasche (oder Soda) und Schwefelsäure zu der Maische nach der Anstellung zum schnellen Beginn der Gärung beitrage, welche Annahme offenbar auf einem Irrtum beruht und auf die aus der Pottasche durch die Säure freigemachte Kohlensäure zurückzuführen ist. Schwarze dagegen spricht sich bereits mit Entschiedenheit dahin aus, dafs alle die Zusätze, wie Pottasche, Salmiak, Ammoniak usw., entbehrlich sind, und warnt sogar vor einem Zuviel davon; er rechnet auf 100 Pfd. Schrot 1 Pfd. Prefshefe zum Anstellen und empfiehlt „zur Sicherung des Betriebes" von Zeit zu Zeit mit guter Weifsbierhefe anzustellen. Als Zeichen höherer Anforderung an die Qualität der Hefe verdient die Bemerkung Schwarzes über das Abnehmen der schwarzen Hefe Beachtung; er verlangt von tadelloser Prefshefe eine gelblich-weifse Farbe, einen geistig-gewürzhaften Geruch;

sie solle unter einem knallenden Geräusch zerbrechen und sich auf der Bruchfläche muschelig zeigen. Wir ersehen aus diesen Kriterien, dafs man damals bereits wufste, was schöne Hefe ist. Schwarze erwähnt als Presse die Hebelpresse, die aus einem Balken besteht, dessen beide Enden in zwei Wände eingelassen sind; die Hefe wurde in Beuteln mit den nötigen Brettunter- und Auflagen in der Nähe einer Wand unter den Balken gelegt und dieser am anderen Ende allmählich mit Gewichten beschwert. Diese primitive Einrichtung bewährte sich gut, stammt aber, wie oben erwähnt, in ihrer einfacheren Form schon aus früherer Zeit; sie ist auch heute noch mancherorts im Gebrauch. Bei aller Vollkommenheit, zu der sich um diese Zeit die Prefshefefabrikation schon emporgearbeit hatte, darf nicht vergessen werden, dafs ihre Erfolge immerhin noch sehr vom Zufall abhingen, denn J. L. Gumbinner, ein Mann, der sich auch mit der praktischen Seite des Gewerbes abgab, legt noch in seinem im Jahre 1843 erschienenen Buche über das praktische Brennereiverfahren folgendes ehrliche Geständnis ab: „Gewinnung der Pfundbärme hängt im allgemeinen nur vom Glück ab, und man kann, wenn die Hefe ausbleibt, es durchaus nicht immer Mangel an Aufmerksamkeit von seiten des Fabrikanten zuschreiben; Umstände, deren Ursachen bis jetzt noch nicht ermittelt sind, können die angestrengtesten Bemühungen zuschanden machen“.

Bis dahin hatten wir noch keine Veranlassung, der österreichischen Prefshefe-Industrie zu gedenken, doch müssen wir uns ihr jetzt zuwenden, denn sie ist, soweit wir die Sache verfolgen können, erst in den vierziger Jahren in die Erscheinung getreten. Die dortige Industrie hatte, ehe sie sich zur Selbständigkeit herausgearbeitet hat, auch eine Quacksalberperiode durchzumachen, d. h. eine Zeit, in welcher zwar entwicklungsfähige, aber ihrem Inhalte nach nicht begriffene Keime zutage traten und, wie wir das auch in Deutschland wahrgenommen haben, in Form von allerlei Rezepten sich kundgaben, welche sich teils auf eine Erhöhung der Verwendungs- und Konservierungsfähigkeit der Bierhefe, teils aber auf embryonale Anfänge der eigentlichen Prefshefefabrikation beziehen.

Im Jahre 1822 schon bereitete Anton Burka[1]) in Grofs-Engersdorf bei Wien „getrocknete Hefe in Paketen“, die vermutlich aus Bierhefe bestand, denn Burka gab sich auch mit Bierbereitung ab. Dann erhielt Peter Anton Girzik in Wien im Jahre 1823 ein Privileg auf die „Entdeckung“, eine künstliche Hefe in trocknem Zustande zu erzeugen in

---

[1]) Vgl. Systematische Darstellung der neuesten Fortschritte in den Gewerben und Manufakturen und des gegenwärtigen Zustandes derselben. Mit besonderer Rücksicht auf den österreichischen Kaiserstaat. Herausgegeben von Steph. Ritter von Keefs und W. C. W. Blumenbach. 2. Band. Wien 1830. Gedruckt und im Verlage bei Carl Gerold.

der Weise, dafs ein Gemisch von Gerstenmalz, Weizenmalz und Roggenschrot mit Bierhefe gemengt, auf 20° (?) erwärmt, auf 14° abgekühlt wird, dann beim Beginn der Gärung die durch ein Haarsieb abfiltrierte Flüssigkeit der Ruhe überlassen, der entstandene Bodensatz in einen Sack getan, geprefst und im Sacke auf warmer Asche getrocknet wird. Hier haben wir also offenbar Anklänge an das holländische Verfahren vor uns. Doch nicht nur das, sondern es wird (a. a. O.) von Keefs und Blumenbach auch das holländische Verfahren ausdrücklich genannt und in seinen Grundzügen beschrieben; dafs danach in Österreich auch fabriziert worden sei, finden wir nicht angegeben. Aber wir finden im dreizehnten Heft der Verhandlungen des niederösterreichischen Gewerbe-Vereins die Protokolle des Verwaltungsrates dieses Vereins mitgeteilt, wonach dieser im November des Jahres 1845 seine Abteilung für Chemie mit der Prüfung der von Herrn Karl Friedenthal,[1]) Herrschaftsbesitzer in Preufsisch-Schlesien und Pächter der Brennerei zu Rutzendorf im Marchfelde, erzeugten trockenen Prefshefe für die Brotbäckerei beauftragte.

Nachdem wir diese Tatsachen festgestellt haben, können wir uns der oft auftretenden, auch in einer Zeitschrift s. Zt. aufgestellten Behauptung nicht mehr anschliefsen, dafs die fabrikmäfsige Herstellung von Prefshefe aus Branntweinmaische in Österreich selbständig und unabhängig vom Auslande erfunden worden sei, sondern müssen eine solche Annahme in das Reich der Legende verweisen.

Der ebengenannte Verein, welcher einer der angesehensten des österreichischen Kaiserstaates gewesen ist und heute noch ist, hielt im Dezember des Jahres 1846 eine General-Versammlung ab, welcher 2 Erzherzoge, 242 Mitglieder und 58 Fremde beiwohnten; bei dieser Gelegenheit hielt der „bürgerliche Bäcker“ Herr Leopold Wimmer einen kleinen Vortrag über die Gärung bei der Brotbäckerei und die neuesten Versuche mit Kunsthefe, durch welchen wir ein anschauliches Bild über den damaligen Stand der Hefeerzeugung in Österreich erhalten. Wimmer berichtet, dafs damals die Oberzeugbierhefe infolge Einführung des untergärigen Bieres nicht mehr in dem Mafse gewonnen wurde, um dem Bedarf der Wiener Bäcker zu genügen, und dafs letztere, da sie mit Unterhefe, einer „Substanz voll Unrat und Bitterkeit“, die kostspieligsten Erfahrungen machten, sich

---

[1]) Karl Friedenthal, Vater von Dr. K. Rudolf Friedenthal, in den Jahren 1874—1879 preufsischer Minister, ist der Begründer der bekannten Giefsmannsdorfer Prefshefefabrik, welche im Jahre 1838 von Herrn Ehrenkrug, wahrscheinlich aus Schleswig-Holstein, eingerichtet wurde. Gegenwärtig befindet sich die Fabrik in Händen der Firma E. von Falkenhausen und Friedenthal. Rutzendorf liegt 2 Meilen von Wien und besitzt einen dem Kaiser von Österreieh gehörigen Meierhof nebst Schlofs.

gezwungen sahen, ihre Zuflucht zur Kunsthefe, d. h. Prefshefe zu nehmen, welche aber in Österreich noch so unvollkommen erzeugt würde, dafs sie ihrem Zwecke nicht entspreche. In neuester Zeit habe er aber aus der Fabrik des Herrn W. Dursthoff in Dresden eine geprefste Hefe erhalten, welche allen Anforderungen an ein gutes Ferment befriedige; sie sei besser denn jede Bierhefe, leite die Gärung sehr schnell ein und verleihe dem Gebäcke aufserdem ein sehr schönes Aussehen, verbunden mit dem köstlichsten Geschmack. Nur der Preis loco Wien sei zu hoch, da Eingangszoll und Fracht allein für den Wiener Zentner über 8 Gulden C. M. betrügen.

Über diese Fabrik von Dursthoff (richtiger: H. W. Dursthoff) seien hier gleich einige Worte eingeschaltet; sie ist eine der ältesten Deutschlands. Es ist die jetzt einer Aktiengesellschaft gehörige Dresdener Prefshefe- und Kornspiritusfabrik (sonst J. L. Bramsch); Dursthoff richtete die Fabrik in dem gemieteten ehemals Wallwitzschen Sommerpalais zu Dresden ein, nachdem die seither darin betriebene Kartoffelstärkefabrik aufgegeben war. Etwa im Jahre 1842 ging die Fabrik durch Kauf in das Eigentum von J. L. Bramsch[1]) über, der sie bedeutend vergröfserte und in ihrer Einrichtung vervollkommnete; im Jahre 1870 wurde die Fabrik von genannter Gesellschaft übernommen und derart weiter geführt, dafs sich heute wohl kaum eine andere deutsche Prefshefefabrik eines gröfseren Ansehens und besserer geschäftlicher Lage rühmen kann als die Dresdener Fabrik. Ihre Fabrikate führen auch heute noch die Bezeichnung „Dursthoffsche Prefshefe“ und „Dursthoffscher Kornbranntwein“; die Fabrik beschäftigt regelmäfsig 60—80 Personen und zur Zeit gesteigerten Betriebes bis über 100 Personen. Im Jahre 1893/94 betrug die Produktion 10000 Zentner Prefshefe und 9000 Hektoliter Kornspiritus, während die Produktion 1870/71 nur 4400 Zentner Hefe und 6300 Hektoliter Spiritus ausmachte.

Nach dieser Unterbrechung erwähnen wir weiter, dafs Wimmer, weil die bisherigen Anregungen zur inländischen Hefefabrikation nicht den gewünschten Erfolg hatten, den Antrag auf ein Preisausschreiben zur Verleihung der goldenen Vereinsmedaille stellte und erklärte, dafs die Wiener Bäcker-Innung, deren Gebäck übrigens schon vorher berühmt war, bereit sei, eine Geldprämie von eintausend Gulden zuzuschiefsen. Der Antrag wurde genehmigt. Dieses Preisausschreiben bildet einen Markstein in der Geschichte der österreichischen Prefshefe-Industrie und ist in seinen Folgen auch nicht ohne Einflufs auf die deutsche Prefshefe-Industrie

---

[1]) Dieser begründete im Jahre 1860 auch eine Prefshefefabrik in Teplitz in Böhmen, die sich auch heute (1895) eines bedeutenden Rufes erfreut; im Jahre 1877 verstarb Bramsch.

geblieben, da diese in späteren Jahren die in Österreich gemachten Fortschritte in weitem Mafse sich zunutze machte; es half durch seine Anregung den vorzüglichen Ruf der österreichischen Prefshefe-Industrie, deren Produkt bis in die letzten Jahre in anderen Ländern an guter Qualität kaum erreicht wurde, begründen und ist auch insofern interessant, als es Aufschlufs über die Anforderungen gewährt, welche man damals an eine gute Prefshefe stellte. Nicht minder aber ist dieses Preisausschreiben ein Ruhmesdenkmal für die Wiener Bäcker-Innung, welches uns zeigt, dafs ein gesundes Handwerk einen „goldenen Boden“ hat und, solange es gesund ist, aus eigener Kraft fähig und willens ist, die Mittel zur Hebung des Gewerbes und seiner Mitglieder aufzubringen. Wir können daher nicht umhin, dieses Preisausschreiben nach seinem vollen Wortlaute mitzuteilen. Es lautet:

„Ausschreiben eines Preises für die inländische Erzeugung einer vollkommen brauchbaren Kunsthefe (eines künstlichen Gärmittels).“

„Da in und um Wien gegenwärtig verhältnismäfsig wenig Oberzeugbier gebraut wird, die vom Unterzeugbier abstammende Hefe aber immer eine zeitraubende Behandlung erfordert, um sie durch Entfernung ihres widrig bitteren Geschmacks für die Zwecke der Bäckerei ebenso brauchbar zu machen, wie die Oberhefe, so fand sich der nieder-österr. Gewerbe-Verein in seiner General-Versammlung am 10. Mai 1847 veranlafst, auf die inländische Erzeugung einer vollkommen brauchbaren Kunsthefe einen Preis auszuschreiben, welcher in der grofsen goldenen Vereins-Medaille im Werte von 50 Dukaten und in einer Geldprämie von tausend Gulden C. M. besteht.“

„Die Bedingungen, unter welchen der Preis erteilt wird, sind folgende:

1. Diese Kunsthefe kann fest oder flüssig sein; doch erhält die in fester Form vor der in flüssiger, bei übrigens gleichen Umständen, den Vorzug.

2. Dieselbe mufs weifs sein und darf keinen fremden Beigeschmack besitzen. Diese beiden Eigenschaften mufs sie auch während der Manipulation zeigen, d. h. die Weifse und der gute Geschmack des Gebäckes dürfen durch sie nicht den geringsten Eintrag erleiden.

3. Sie mufs die geistige Gärung in derselben Zeit und in demselben Grade einleiten und fortführen, wie die beste Oberzeug-Bierhefe, d. h. solche, wie sie aus dem Biere ausgestofsen wird.

4. An einem passenden Orte aufbewahrt, mufs diese Hefe ihre ursprüngliche Gärungsfähigkeit durch vierzehn Tage ohne die geringste Abnahme beibehalten und sich überdies im Sommer und Winter gleich wirksam zeigen.

5. Der Preis einer bestimmten Menge derselben in Wien darf sich nicht viel höher stellen, als der Preis einer dieser Menge in der Wirkung gleichkommenden Quantität von Oberzeug-Bierhefe.

6. Der Preisbewerber soll bis zum Schlusse des Konkurses wenigstens hundert Zentner dieser Hefe abgesetzt haben, worüber er sich mit authentischen Zeugnissen auszuweisen hat. Überdies mufs derselbe imstande sein, während des für die Beurteilung der Preiswürdigkeit seines Erzeugnisses festgesetzten Zeitraumes von einem Jahre den an ihn ergehenden Bestellungen der Wiener Bäcker mit einer solchen Hefe, insolange dieselben zusammengenommen den Betrag von 500 Zentnern nicht übersteigen, vollkommen zu genügen, welche der zum Konkurse eingesendeten in der Qualität ganz gleich kommt."

„Zum Schlusse des Konkurses, d. i. Ende April 1849, hat jeder Preisbewerber 50 Pfd. seiner künstlichen Hefe an die Kanzlei des Vereins einzusenden und sich mit den oben erwähnten Zeugnissen über die abgesetzte Menge auszuweisen."

„Die Begutachtung der eingegangenen Proben wird eine eigene, von dem Vereine zu ernennende Kommission vornehmen."

„Die Zuerkennung des genannten Preises erfolgt in der General-Versammlung des Monats Mai 1850."

Wir haben leider keine genauen Nachrichten darüber, in welchem Mafse eine Beteiligung an jenem Preisbewerb stattgefunden hat; es traten mehrere Preisbewerber auf, aber der Friedenthalschen Prefshefe wird in unserer Quelle gar nicht mehr gedacht. Fest steht jedoch, dafs die grofse goldene Medaille des nieder-österr. Gewerbevereins und der Preis der Wiener Bäcker-Innung im Jahre 1850 Herrn Ad. Ig. Mautner zu St. Marx in Wien zuerkannt wurde.

A. J. Mautner war, ehe er nach Wien kam, Kartoffelbrenner; in Wien pachtete er zunächst die St. Marxer Brauerei, wirkte im Brauereiwesen in hohem Mafse schöpferisch und stellte es auf ganz neue Grundlagen. Mautner lieferte in einem Büchlein, das er zur Erläuterung seiner auf der Wiener Welt-Ausstellung im Jahre 1873 ausgestellten Gegenstände und seiner Erfindungen abgefafst hat, sehr interessante nähere Aufschlüsse über seinen technischen Entwicklungsgang und seinen unmittelbaren und mittelbaren Einflufs auf das ganze Wiener Braugewerbe. Auch über die Anfänge der Prefshefe-Industrie in Österreich, seine Beteiligung daran und die allmähliche Erweiterung seiner Hefefabrik enthält das Büchlein einige Angaben.

Mautner hat seine Erfolge zum gröfsten Teil seiner persönlichen Leistungsfähigkeit zu danken; er verstand es aber auch, die geeigneten Kräfte in seinen Dienst zu stellen. Zu jener Zeit waren zwei Westfalen, die Gebrüder Reininghaus, nach Wien gekommen. Einer derselben hatte

die Prefshefefabrikation in Hannover gründlich erlernt. Beide traten in Mautners Dienst, so dafs auch hier die Fäden des deutschen Prefshefeverfahrens nach Wien hinüberleiten. Beide Reininghaus traten in verwandtschaftliche Beziehungen zum Hause Mautner, siedelten später nach Graz über, wo sich heute noch eine Brennerei, Prefshefefabrik und Brauerei ihres Namens in hoher Blüte befindet.

Bis zum Jahre 1850 benutzte Mautner aufser Malz nur Roggen zur Prefshefeerzeugung; der Roggen war aber ein Hauptnahrungsmittel und damals noch ungeheuren Preisschwankungen unterworfen, denen der Prefshefepreis sich nicht immer anschmiegen konnte, wenn die kaufmännische Entwicklung des Absatzes nicht schwer darunter leiden sollte. Mautner schaffte Rat; er griff zum Mais. Uns scheint das heute eine einfache Sache zu sein; in der Tat war sie es aber damals nicht, denn Mautner konnte sich nicht auf anderer Erfahrungen stützen, sondern war gezwungen, die Verwendbarkeit des Maises selbst zu prüfen und mit vieler Mühe, Geduld und Beobachtung ohne chemische Assistenz ein erspriefsliches Arbeitsverfahren ausfindig machen. Versetzen wir uns in Gedanken auf die damalige Entwicklungsstufe der Hefebrennerei zurück, so müssen wir anerkennen, dafs Mautner mit der Einführung des Maises eine Erfindung von unbestreitbar grofser Bedeutung gemacht hat; es ist sein ureigenstes Werk. In dem damals als Maisland bekannten Ungarn wurde in jener Zeit kaum mehr Mais, als zum Hausbedarf nötig war, gebaut; Wien war auf den Maisimport aus der Walachei angewiesen. Mautner war auch der erste, welcher eiserne Spiritusreservoire einführte. Die Maisbenutzung konnte natürlich nicht lange ein Geheimnis der Mautnerschen Fabrik bleiben; auch das Ausland wurde darauf aufmerksam. Es wird z. B. von durchaus glaubwürdiger Seite versichert, dafs der ältere, jetzt verstorbene Prefshefefabrikant van Marken-Delft es selbst erzählte, er habe in Mautners Fabrik als verkleideter Arbeiter Eingang gesucht und einige Zeit darin gearbeitet, nur um hinter die Maisverarbeitung zu kommen. Ein russischer Fabrikant erzählte es uns selbst, dafs er aus dem gleichen Grunde s. Zt. eigens nach Wien reiste und mit Hilfe runder Rubel das Geheimnis aus Mautners Fabrik herauslockte. Auch diese Tatsachen beweisen, dafs die Einführung des Maises keine leichte Aufgabe für Mautner gewesen ist.

So entstand die berühmte Wiener Prefshefe-Industrie, die zur Zeit durch die drei grofsen Firmen Mautner, Kuffner und Springer vertreten wird. Durch Springer wurde die Wiener Methode nach Frankreich überführt, wo sie die französische Hefenerzeugung mit den grofsen Werken zu Maison Alfort bei Paris beherrscht. Die Spiritus- und Prefshefefabrik von Max Springer (Wien-Reindorf) ist der Produktion nach die zweite der Wiener Fabriken und erzeugt jährlich etwa 21 000 hl absol. Spiritus; ihre

Hefenerzeugung ist nicht bekannt gegeben. Die Kuffnersche Fabrik produzierte im Jahre 1903 = 19000 hl absol. Spiritus; Angaben über Hefenerzeugung fehlen. Die Mautnerschen Fabriken in Wien—St. Marx, Simmering und Floridsdorf vereinigen ihren Hefenabsatz in der Zentrale St. Marx, welche eine Jahresproduktion von 1800000 kg reine (ungemischte) Prefshefe absetzt und 32000 hl absol. Spiritus erzeugt.

Die österreichische Prefshefe-Industrie wurde vielfach behelligt durch einen sehr nervösen Fiskus; sobald dieser merkte, dafs sie nach einem neuen Steueraufschlag immer noch lebensfähig bleiben könnte, wurde er unruhig und riskierte flugs wieder eine Steuererhöhung. Damit man aber die Absicht nicht merke und nicht verstimmt werde, wurde hübsch für Abwechselung gesorgt, und es wurden prompt Gesetze und dann wieder Gesetze mit neuen technischen Vorschriften eingeführt. Die Industrie mufste sich diesen beugen und war gezwungen, stets nach neuen Mitteln und Wegen zu suchen, um die Forderungen eines rationellen Betriebes mit den fiskalischen Vorschriften in Einklang zu bringen. Gewifs führte diese Unruhe zu manchen Verlusten und geschäftlichen Störungen, bis dann schliefslich ein Gleichgewichtszustand gefunden war. Kein Fabrikant wünscht solche Aufregungen herbei, doch im Kampfe werden die Kräfte gestählt. Vielleicbt liegt gerade in dem verhältnismäfsig häufigen Wechsel der österreichischen Steuergesetze, welche die Gewerbetreibenden zwang, die alten, bald gewohnheitsmäfsig und zuletzt gedankenlos eingehaltenen Pfade zu verlassen und neue Arbeitsbahnen einzuschlagen, eine Hauptursache, dafs die österreichische Prefshefe-Industrie zu allen Zeiten an der Spitze mitmarschierte und der Ruf ihres Fabrikats, nachdem Mautner vorangegangen, ebenmäfsig hoch angesehen geblieben ist.

In denjenigen Hefefabriken des Deutschen Reiches und Österreichs, in welchen man Mais verarbeitet, dürften wesentliche Verschiedenheiten heute kaum noch bezüglich des Verfahrens bestehen; im einzelnen mögen aber noch Unterschiede vorhanden sein, die indessen nicht allgemein bekannt sind. Alois Schönberg, ein Praktiker in Österreich, beschreibt[1]) die dortige Arbeitsweise; diese ist, soweit die Maischung und Anstellung in Betracht kommt, kurz angegeben, folgende: Für die Hauptmaische werden genommen 38 % Maisschrot, 24 % Roggenschrot und 27 % Darrmalzschrot, für den Ansatz 5,5 % Roggen- und 5,5 % Darrmalzschrot. (Natürlich sind das keine absoluten Zahlenverhältnisse, auch spielen halbe Prozente ganz und gar keine Rolle.) Je 100 kg Maisschrot werden mit 3 hl Wasser in einem Bottich eingeteigt, durch Dampf allmählich erhitzt

[1]) Vgl. dessen „Populäres Handbuch der Prefshefe-Fabrikation". Vollständige Anleitung zur Erzeugung von Prefshefe nach der Schlempe-Methode, sauren Methode etc. Wien—Pest—Leipzig, A. Hartlebens Verlag, 1878.

bis zum Kochen und 30—40 Minuten bedeckt stehen gelassen, während welcher Zeit im Vormaischbottich das nötige Darrmalz (pro 100 kg Schrot 150 l Wasser) eingeteigt und dann durch Zugabe gekochten Maisschrotes auf 42—45° R. unter Maischen erwärmt wird. Sodann wird das Roggenschrot zugemaischt und der Rest des gekochten Maisschrotes zugelassen und mit 52° R. abgemaischt. Der gemaischte Hefeansatz bleibt 28 bis 36 Stunden zur Säuerung stehen; er wird bei 19—20° R. mit 4% Prefshefe angestellt und erwärmt sich bis zur Reife um 8—9°. Die Schlempe wird in 40—50 cm hohen Bottichen während 12—18 Stunden geklärt, und zwar wird die Einrichtung zweckmäfsig so getroffen, dafs jeder Kühlbottich gerade genug klare Schlempe für einen Gärbottich liefert. Vom Gärbottichraum werden 20% Steigraum abgerechnet, so dafs auf einen Bottich von 50 hl Inhalt 20 hl Maische, 3 hl Ansatzhefe und 8 hl Schlempe kommen. Das Schöpfen, Abwässern und Pressen der Hefe ist das heute überall übliche. Schwefelsäure wird bei diesem sogenannten Wiener Verfahren zur Ansäuerung der gestellten Maische nicht verwendet.

Kehren wir nunmehr zur Betrachtung der Verhältnisse der Prefshefe-Industrie in Deutschland zurück. Ursprünglich scheint man das Malz ausschliefslich entweder als Luft- oder als Darrmalz verwendet zu haben; im Jahre 1850 finden wir die erste Angabe, dafs sich auch Grünmalz zur Hefefabrikation eignet (Dinglers polytechn. Journal 1850, S. 308), wobei zugleich die Notwendigkeit sorgfältigen Quetschens des Malzes hervorgehoben wird.

Anfangs der sechziger Jahre wurde das Kühlschiff zum Kühlen der Maische für unentbehrlich gehalten, und man hielt es für notwendig, sie mindestens 4 Stunden auf dem Kühlschiff zu belassen, um der Wirkung des Sauerstoffs günstige Bedingungen zu bieten (Dinglers polytechn. Journal 1861, S. 150), dessen Bedeutung man also erkannt, aber falsch gedeutet hat, indem man ihm eine direkt oxydierende, die Milchsäure erzeugende Aufgabe zuschrieb. Doch ging man später, um die Leistungsfähigkeit der Fabriken durch Zeitersparnis zu steigern, soviel uns bekannt, erst in den siebziger Jahren stellenweise dazu über, die Maische entweder im Maischbottich direkt durch ein vom Wasser durchströmtes Rührwerk oder sie durch Leiten über einen Rieselkühler unter vollständiger Umgehung des Kühlschiffs zu kühlen.

In das Jahr 1867 fällt eine sehr wichtige Neuerung, indem von A. L. G. Dehne in Halle a. S. die Filterpresse zum Pressen der Hefe eingeführt wurde; die erste Filterpresse wurde bei den Herren Althen & Mende in Halle a. S. aufgestellt. Im Jahre 1869 folgten damit die Fabriken von Heinrich Helbing-Wandsbeck, Ferd. Rückforth Nachfolger-Stettin usw. und es sollen bis jetzt (1895) für Prefshefefabriken im

In- und Auslande von Dehne allein etwa 1000 Stück Filterpressen auf gestellt worden sein.

In die sechziger Jahre[1]) fällt unseres Wissens auch die letzte Begründung solcher Hefefabriken in Deutschland, welche es seitdem noch zu besonderer Bedeutung gebracht haben, z. B. die Fabriken von Fritz Wulf in Werl, Westfalen (1860) und von Georg Sinner in Grünwinkel, Baden. Letzterer betrieb lange vorher Bierbrauerei, Essigfabrikation und in Verbindung mit dieser auch die Fabrikation flüssiger Hefe und ging erst im Jahre 1867 zur Hefefabrikation aus Maische über; noch im Jahre 1868 brachte er es nur auf etwa 250 Zentner Jahresproduktion. Der Preis betrug damals 32 Kreuzer südd. W. (etwa 96 Reichspfennig) für das Pfund Prefshefe; die Ausbeute betrug 6—7 Prozent Hefe und 24—25 Liter abs. Alkohol von 100 kg Schrot, während die Fabrik, welche bekanntlich seit mehreren Jahren in eine Aktiengesellschaft umgewandelt ist (Direktor Robert Sinner), jetzt etwa 13 Prozent Hefe und 31—32 Liter abs. Alkohol ziehen soll und die diesjährige Hefeerzeugung (1895) auf über 30000 Zentner veranschlagt ist. Wir fügen hinzu, dafs zurzeit (Februar 1895) für nach altem Verfahren (Maischhefe) hergestellte Hefe bis zu 55 Pfg. pro Pfund, für Lufthefe, über welche unten noch berichtet wird, bis zu 45 Pfg. pro Pfund und für gemischte Hefe 32—35 Pfg. in Berlin bezahlt werden sollen.

Ende der siebziger Jahre erhielt die deutsche Industrie eine neue Anregung durch Einführung des Reichs-Patentschutzes für gewerbliche Erfindungen, ohne jedoch für die eigentlichen Arbeitsverfahren intensiv fruchtbringend zu sein, denn die eingeführten Neuerungen gehörten meistens dem Gebiete des Baues von Vormaisch-, Destillier- und Kühlapparaten usw. an.

Nicht ohne Einflufs auf die Prefshefe-Industrie und den Hefehandel blieb die im Jahre 1878 von Alfred Simmen in München konstruierte, kontinuierlich wirkende Prefshefe-Form- und Teilmaschine (D. R. P. 2671), welche später von anderen nachgebaut und verbessert wurde. Auch die Hefesiebmaschine von Asmussen und Petersen in Kopenhagen (D. R. P. 2538) fand Anklang in der Praxis, da sie die Handarbeit des Betriebes bedeutend verminderte; diese Konstruktion wurde von Hagspihl sowie Prollius in Görlitz später wesentlich verbessert.

---

[1]) In die sechziger Jahre fallen auch die ersten Bemühungen zur Einführung der Prefshefe-Industrie in Frankreich; der Deutsche A. M. Koelitz erhielt das französische Patent 85158 vom 8. April 1869. Koelitz soll die Fabrik „Maison Alfort“ bei Paris, z. Zt. dem Baron Springer gehörig, eingerichtet haben; er hatte aber bereits mehrere Vorgänger in Frankreich, welche indessen wenig erfolgreich gewesen sein dürften. Vgl. S. 201.

Aufsehen erregte im Jahre 1879 das von Dr. J. Rainer in Wien vorgeschlagene Verfahren (D. R. P. 10135) der Prefshefefabrikation ohne Alkoholgärung; dieses Verfahren basierte auf der vorzugsweisen Verwendung von Pepton mit ganz geringem Zusatz von Zucker. Im kleinen ging die Sache, aber im grofsen in Wien und Belgien angestellte Versuche ergaben deren praktische Unbrauchbarkeit.

Von praktischem Werte waren die Arbeiten von Delbrück und Hayduck ausgangs der siebziger und in den achtziger Jahren. Erst damals wurde das Mikroskop in die Praxis eingeführt und gewährte manchen neuen Aufschlufs; Fabrikdirektor Otto Durst war der erste, welcher auf Grund seiner mikroskopischen Studien es aussprach, dafs das Reifsein der Hefe im Hefesatz und in der Hauptmaische zusammenfällt mit der vollendeten Trennung der Tochterzellen von den Mutterzellen. Während man sich bis dahin eingebildet hatte, dafs Wachstum und Gärtätigkeit unzertrennlich voneinander seien, wufste man jetzt, dafs nach der Reife der Hefe wohl noch Gärung, aber in derselben Maische kein Hefewachstum mehr stattfinden kann. Haydncks Hefezählungen bestätigten Dursts Beobachtungen und waren in Verbindung mit seinen Studien über den Einflufs der Säuren auf die Hefe eine Quelle neuer Erkenntnis, deren Einflufs sich allerdings nicht durch Einführung neuer Verfahrensweisen, wohl aber durch eine rationellere Betriebsleitung, sowie bessere und sicherere Ausbeuten kenntlich machte. Auch Delbrücks Beobachtungen über die Züchtung eines reinen Milchsäurepilzes im Hefegut unter Einhaltung eines bestimmten Klimas (42—38° R.) wirkte geräuschlos, war aber entscheidend für die Erzielung gleichmäfsiger, hoher Ausbeute an Hefe.

Soweit uns bekannt, war Friedrich Wilhelm Marquardt in Hannover der erste (D. R. P. 6622 und 9534 vom Jahre 1879), welcher, die Beobachtungen Pasteurs über den Einflufs der Luft auf die Vermehrung der Hefe benutzend, Würzehefe unter Einblasen von Luft herstellte oder vielmehr Vorschläge dazu machte, denn ein äufserer Erfolg fehlte ihm. Sein Nachfolger war Georg Uekermann in Herford (D. R. P. 17979 vom Jahre 1881), welcher für Brauereien und Brennereien eine Einrichtung angab zum Einblasen von Luft in gärende Würze, ohne aber dabei der Erzeugung von Prefshefe besonders zu erwähnen.

Seitens der Versuchsanstalt des Vereins der Spiritusfabrikanten war auch die Stickstoffernährung der Hefe in den Bereich ihrer Beobachtungen gezogen. Es wurde sowohl die Aufschliefsung der Maischen in bezug auf Stärke und Eiweifsstoffe verfolgt, als auch die Überführung des Stickstoffes in die gewonnene Hefe. Es zeigte sich, dafs nur ein kleiner Teil der Eiweifsstoffe wirklich nutzbar gemacht wurde, so dafs aus diesen Untersuchungen die Möglichkeit bedeutender weiterer Ertragssteigerung sich ergab. Auch der Nachweis wurde erbracht, dafs es notwendig sei, eiweifs-

reichen Roggen zu verwenden, und dafs hiervon in gewissem Grade die Ausbeute an Hefe abhängig sei.

Praktisch scheint das Lufthefeverfahren zuerst in England geworden zu sein; wenigstens lauten die darüber vorhandenen Angaben sehr bestimmt. Sophus A. W. Howman, Hefefabrikant in Grantham in England, schlug im Jahre 1886 vor, eine Zuckerlösung (mit Säure invertierten Rübenzucker) in warmem Zustande in einem Läuterbottich mit Malzkeimen oder Kleie oder einer Mischung beider zusammenzubringen, um mittels der Zuckerlösung den Keimen oder der Kleie die löslichen Hefenährstoffe zu entziehen. Die daraus gezogene Würze wird in einen Gärbottich gelassen, welcher mit einer Kühlschlange und einem Lufteinblaserohr ausgerüstet ist; nachdem mit Prefshefe angestellt, wird ein kräftiger Luftstrom eingeblasen und die Temperatur durch die Kühlschlange geregelt. Nach beendigter Gärung (9—12 Stunden) wird die Hefe in einer Zentrifuge von der vergorenen Würze abgeschleudert, darauf gewaschen und geprefst.

Bei der Entwickelung des Lufthefeverfahrens griff nun die chemische Untersuchung ein. Einmal handelte es sich darum, die Eiweifsstoffe für die zu starker Vermehrung gebrachte Hefe herbeizuschaffen. So bürgerte sich ein Versäuerungsverfahren für das gesamte Maischmaterial ein. Trotzdem erwies sich die Hefe zunächst als nicht sehr gärkräftig, weil sie infolge zu geringer Stickstoffernährung zu eiweifsarm wurde. Hayducks Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gärkraft vom Eiweifsgehalt der Hefen wiesen den Weg. So ergab sich die Zumischung der Malzkeime, die reichliche Mengen verdaulichen Eiweifses zuführen.

Von England ging das Lufthefeverfahren nach Schweden und Dänemark über, wo es ein Herr Bruun mit Erfolg eingeführt haben soll; sein Ruf drang auch nach Deutschland und Österreich. Hier waren es zuerst Heinr. Riese-Wandsbeck, Dr. Franke, Nycander, Genge, welche das Verfahren vom Jahre 1889 an einführten und ihm eine rasche Verbreitung verschafften. Ob das Lufthefeverfahren in Deutschland, nachdem Marquardt wieder vergessen, nochmals selbständig erfunden worden ist, lassen wir dahingestellt und auch auf eine Besprechung der Weiterentwicklung des Verfahrens verzichten wir, da dieselbe uns der Zeit nach zu nahe liegt. Die Ausbeuten beim Lufthefeverfahren betragen z. Zt. (1895) etwa 18—22 % reine Hefe und 10—12 % Alkohol.

Interessant ist es, die Wechselbeziehungen zwischen Prefshefe-Industrie und Brennerei zu verfolgen. Die Prefshefefabriken lieferten nicht nur die Bäckerhefe, sondern auch die erste Anstellhefe für die Kartoffelbrennereien. Durch Einführung der rein gezüchteten Hefen zeigt sich nun, dafs dieses Verhältnis seiner Lösung entgegengeht, denn die in den Kartoffelbrennereien zur allgemeinen Benutzung gelangende Hefenrasse II erwies sich als Ausgangsmaterial für die Prefshefefabrikation nicht tauglich.

Die Hefezuchtanstalt des Instituts für Gärungsgewerbe mufste daher für die Prefshefe-Industrie besondere Rassen auswählen. Bewährt hat sich die Rasse IX. In der neuerdings eingeführten Rasse XII ist vielleicht eine für beide Zweige des Brennereigewerbes gleich geeignete Saathefe gefunden. Doch kann von einer Durchführung der Hefereinzucht für die Prefshefe-Industrie noch nicht gesprochen werden. Hier ist noch ausschlaggebend die natürliche Hefereinzucht, bei der in der Kunsthefebereitung durch hohen Säuregehalt, warme Gärführung und Vergärung der konzentrierten Hefenmaische bis zur Bildung sehr hohen Alkoholgehaltes diejenige Hefenrasse, die unter diesen Umständen die widerstandsfähigste ist, zum Übergewicht gelangte. Fast scheint es, als wenn in der Prefshefe-Industrie eine Mischhefe das Feld behaupten wird, wobei vielleicht eine Rasse sich durch hohes Gärvermögen auszeichnet, eine andere durch Vermehrungsfähigkeit, eine dritte durch verzuckernde und endlich eine vierte durch eiweifslösende Eigenschaften.

Diese Frage zu erörtern, wird Aufgabe der dem Institut für Gärungsgewerbe angegliederten Versuchsanstalt des Vereins der Kornbrennereibesitzer und Prefshefefabrikanten sein, die unter Langes Leitung schon so wesentliche Aufschlüsse über die Ursachen der Haltbarkeit der Prefshefe gegeben hat: nicht die Infektion mit Spaltpilzen läfst die Hefe verderben, sondern die bei gewissen Temperaturen einsetzende Selbstauflösung der Hefe. An Peptase reiche Heferassen, auch Bierhefen neigen zu dieser Selbstzerstörung; indem man die Kunsthefe bei sehr hohen Temperaturen führt, scheidet man die in dieser Richtung empfindlichen Rassen aus.

---

# X.

# Eilhard Mitscherlich und die vitalistische Gärungstheorie in der deutschen Literatur vor Pasteur.

Der schwedische Chemiker J. Jakob Berzelius hat einmal die Bemerkung gemacht, man sei Deutschlands Gelehrten die Anerkennung schuldig, dafs ihren Bestrebungen in der Physik und Chemie die Wissenschaften mehr zu verdanken habe, als den Gelehrten mehrerer anderer Länder zusammen, und solange der Geist der deutschen Naturforscher lebe, werde die Frage: wozu nützt es? dort niemand von einem Gegenstand der Forschung abhalten, niemand verlegen machen, wenn er keinen materiellen Vorteil, der dadurch zu erreichen sein könnte, anzugeben vermöge. Die Wissenschaften hätten allerdings zwei Endzwecke, von denen der eine ein materieller Vorteil sei, der andere aber ein höherer und die Basis für den ersteren bilde, nämlich: klare Begriffe und erweiterte sichere Kenntnisse. Werde der letztere verabsäumt, so mache der erstere wenige oder gar keine Fortschritte.

Die Wahrheit dieses letzten Satzes hat man gerade in Deutschland in den letzten 60—80 Jahren mehr als in der übrigen Welt beherzigt; nirgends ist die Fühlung zwischen Wissenschaft und Praxis eine so enge und allgemeine. Der deutsche Wohlstand ist gröfstenteils dadurch begründet worden. Unsere Techniker bringen daher auch rein theoretischen Fragen stets ein warmes Interesse entgegen.

Berzelius (1779—1848) galt in den ersten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts als der bedeutendste Chemiker; die namhaftesten deutschen Chemiker schätzten sich in ihren jüngeren Jahren überaus glücklich, wenn sie unter seinen Augen in seinem Laboratorium arbeiten durften, so z. B. Heinrich Rose, Eilhard Mitscherlich, F. Wöhler. Das vertrauliche Du von Berzelius galt diesen als eine hohe persönliche Auszeichnung; eine Empfehlung seiner Freunde genügte schon, die Machenschaften aller ihrer Gegner lahm zu legen. Ein Wort von ihm gab auch den Ausschlag, dafs der geniale Eilhard Mitscherlich im Jahre 1822 zum Professor



**Eilhard Mitscherlich.**
1794—1863.



**Theodor Schwann.**
1810—1882.

in Berlin ernannt und zum Mitgliede der Akademie der Wissenschaft erwählt wurde, so daſs er deren Haus, jetzt Dorotheenstraſse 10, wo seine Vorgänger Pott, Marggraf und Klaproth fast 100 Jahre lang ihren chemischen Arbeiten sich gewidmet hatten, beziehen und in demselben bis kurz vor seinem Tode im Jahre 1863 wirken konnte.

Allzuviel Anerkennung und Erfolg können bekanntlich die wenigsten Sterblichen ohne Schaden ertragen; so stellte sich auch bei dem sonst so bescheidenen Berzelius allmählich die unbewuſste Überzeugung ein, er sei der Protektor der chemischen Wissenschaft, und seinen theoretischen Ansichten zu widersprechen, sei eine Versündigung an der Wissenschaft selbst. Daraus entwickelte sich später der Bruch mit Liebig, selbst ein Eiferer für seine Ansichten, dem er „friendship for ever“ gelobt hatte. Auch die Gärungstheoretiker, insbesondere Schwann und Kützing, sollten Berzelius verurteilende und verletzende Machtsprüche an sich erfahren; wenn der Löwe brüllte, sollte eben alles um ihn verstummen. Doch die Wissenschaft läſst sich keine Vorschriften machen.

Trotz Berzelius, Liebig und Wöhler brachte man der neuen vitalistischen Gärungstheorie in Deutschland ein groſses Intereese entgegen, was schon daraus hervorgeht, daſs die Abhandlung von Cagniard-Latour nach ihrem ganzen Umfange in wortgetreuer Übersetzung in Erdmanns Journal für praktische Chemie 1839, Bd. 16, S. 347—359 Aufnahme fand, obwohl die dasselbe Thema behandelnden Arbeiten von Schwann und Kützing längst veröffentlicht waren.

Auch Mitscherlich lieſs sich nicht schrecken durch diese absprechenden, höhnischen Urteile; seine Arbeiten auf dem Gärungsgebiete sind zu den grundlegenden zu zählen. Sie erstrecken sich vom Jahre 1841 an auf mehrere Jahre und sind an zerstreuten Stellen in den Berichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin veröffentlicht, jedoch nicht mehr schwer verfolgbar, seit sie gesammelt und, mit eingehenden Literaturnachweisen versehen, herausgegeben sind.[1] Ein wichtiger Versuch Mitscherlichs ist bereits oben (s. S. 106 dieses Buches) mitgeteilt worden. „Dieser Versuch“, sagt Mitscherlich (S. 515), „beweist genügend, daſs nur an der Oberfläche der Kügelchen die Gärung eintritt. Schwann und auch der Verfasser haben noch andere Versuche angestellt, die zu demselben Resultat führen, aber nicht so klar sind. Nie hat der Verfasser eine Gärung ohne Hefekügelchen und nie an einer anderen Stelle als an der Oberfläche derselben beobachtet. Man bedarf von diesen Kügelchen nur

[1]) Gesammelte Schriften von Eilhard Mitscherlich. Herausgegeben von A. Mitscherlich. Berlin 1896. (Danach ist hier angezogen.) Vgl. auch Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie 1842, Bd. 55, S. 209 ff. und 1843, Bd. 59, S. 94 ff.

**1 % von der Masse des Zuckers; während der Gärung, wenn man ausgebildete Kügelchen nimmt, verändern sie sich nur wenig; sie hören auf. die Gärung zu bewirken, wenn sie zerstört werden; bringt man gärungszerstörende Substanzen, z. B. schwefelsaures Kupferoxyd oder Sublimat. unter dem Mikroskop zu diesen Kügelchen, so sieht man, wie sie sogleich zusammenschrumpfen. Die Hefekügelchen verhalten sich demnach zum Zucker oder zum Zucker und Wasser, die die Bestandteile enthalten. woraus sich Alkohol und Kohlensäure bilden, wie das Platin zum oxydierten Wasser".**

**Mitscherlich hielt demnach die Gärung für eine Folge des Kontakts der Hefekügelchen mit dem in Wasser gelösten Zucker; Berzelius hatte den Begriff der „katalytischen Kraft" geschaffen; die Substanzen. an welche diese Kraft gebunden war, nannte Mitscherlich, „um nur den Vorgang zu bezeichnen", Kontaktsubstanzen und den Prozefs selbst eine chemische Zersetzung oder Verbindung durch Kontakt. Aber deutlicher als Mitscherlich in seinen Abhandlungen kann man es nicht aussprechen, dafs die Hefe eine Pflanze und die Ursache der alkoholischen Gärung ist; klebt man allerdings am Buchstaben seiner Erklärungsweise, so kann man diese eine vitalistische im engeren Sinne nicht nennen. Betrachtet man aber seine Erklärung näher und erwägt, dafs er nur den lebenden, nicht jedoch den toten Hefezellen die Gärwirkung zugesteht, so darf man auch Mitscherlich im Grunde genommen zu den Anhängern der vitalistischen Gärungstheorie rechnen.**

Die Unmöglichkeit der generatio aequivoca hielt Mitscherlich nicht für erwiesen; zwar schienen ihm seines Schülers Franz Schulze und Schwanns Versuche dagegen zu sprechen (S. 516), aber seine eigenen Versuche machten ihm die „Selbsterzeugung" der Hefe wahrscheinlich (S. 540 und 546). Von Mitscherlich rühren auch die ersten genauen chemischen Analysen der Hefe und Hefeasche her, deren Resultate bis auf den heutigen Tag in den Lehrbüchern angezogen werden. Zur Illustration des Wachstums und der Vermehrungsweise der Hefe hat Mitscherlich sehr hübsche mikroskopische Bilder nach eigenen Beobachtungen gezeichnet und veröffentlicht; über den Zellinhalt hat er ebenfalls bereits bemerkenswerte Mitteilungen gemacht, und er scheint auch der erste gewesen zu sein, welcher sich der Methode des Färbens (mit Jod) bediente, um den Zellinhalt kenntlich zu machen (S. 520). Von direkt praktischer Wichtigkeit war Mitscherlichs Hinweis darauf, dafs die Bestandteile der Hefe, welche er in ihr nachgewiesen, sich im Pflanzeneiweifs und Kleber wiederfinden und daher die Hefe sich aus dieser „bilden könnte".

Die erste gröfsere Arbeit, welche nach Schwanns, Kützings und Cagniard-Latours Vorgang geliefert worden ist, rührt von dem Franzosen T. A. Quevenne her; sie ist unter dem Titel „Mikroskopische und

chemische Untersuchung der Hefe, nebst Versuchen über die Weingärung“ in Übersetzung in dem Journal für praktische Chemie 1838, Bd. 14, S. 328—349 und S. 458—478 vollständig mitgeteilt. Die Arbeiten der eben genannten drei Forscher über die Hefe sind darin wiederholt angezogen; z. B. heifst es daselbst (S. 473): „Es ist gewifs, dafs das Ferment nicht den chemischen Stoffen analog ist, wie man bisher glaubte, es ist vielmehr ein organisierter Körper von einer neuen Bildung. Es entsteht nun die Frage, ob die Kügelchen, aus denen es besteht, sich mit den organischen, aber unwirksamen Kügelchen der Stärke vergleichen lassen, ober ob sie in einer Art von Vegetation bestehen, nach der Ansicht Cagniard-Latours, F. Kützings und Schwanns, oder endlich ob es ein kleines Tierchen, eine Monade ist, wie Demazières glaubt.“

Quevenne hat die von ihm über die Hefe und Gärung angestellten Versuche genau beschrieben; insbesondere hat er auch Untersuchungen über den Einflufs gewisser chemischer Agentien auf die Gärung angestellt. Die Frage, vermöge welcher Kraft und nach welchen Gesetzen die Hefe die Zersetzung des Zuckers bewirkt, beantwortet Quevenne folgendermafsen (S. 476): „Ich glaube nicht, dafs man sagen könne, es geschehe vermittels der Kraft, welche Berzelius die katalytische nennt. Es findet in der Tat zwischen der Wirkungsart des Fermentes und der des Platinpulvers auf Alkohol, des Faserstoffes auf oxygeniertes Wasser keine Ähnlichkeit statt. Die Körper, von denen ich spreche, bewirken die Trennung der Elemente dieser Zusammensetzungen, ohne selbst die geringste Veränderung zu erleiden, während bei der Umwandlung des Zuckers in Alkohol das Ferment bedeutend modifiziert wird und eins seiner Elemente, den Stickstoff, gänzlich abgibt.“

„Das Ferment kann sein desorganisierendes Vermögen auf den Zucker nur während einer gewissen Zeit ausüben, nach deren Verlauf die Eigenschaft schwächer wird und sich allmählich verliert. Es besitzt die charakteristische Wirksamkeit nur vorübergehend und nur so lange, als es weder dem Trocknen noch dem Kochen unterworfen wurde. Dieses sind zwei Charaktere, welche den organisierten und mit Leben begabten Körpern angehören, denen es sich noch durch seine sehr komplizierte Natur nähert.“

„Die Anwesenheit gewisser freier organischer Säuren scheint notwendig zu sein zur Entwicklung der Weingärung, und die Alkalien hemmen sie. Überall finden wir bei dem Akte der Vegetation saure Produkte, und es ist mir nicht bekannt, dafs man die Anwesenheit freier Alkalien jemals dabei bemerkt habe.“

„Gay-Lussac und Collin haben bemerkt, dafs die Elektrizität die Gärung begünstige. Dasselbe Agens beschleunigt das Keimen.“

„Das beständige, von dem Phänomen der Weingärung unzertrennliche Produkt ist Entwicklung von Kohlensäure. Alle Pflanzen entwickeln während der Nacht dieses Gas.“

„Man findet in der Wirkungsart der Gifte auf diesen Körper noch eine Ähnlichkeit, welche für die Annäherung an die Pfanzen spricht. Wirklich sehen wir, dafs Terpentinöl. Blausäure, Ätzsublimat, essigsaures Kupferoxyd das Eintreten der Gärung hindern. Nun weifs ich aber, sowohl nach dem, was darüber in der Physiologie der Pflanzen bekannt ist, als nach den noch nicht herausgegebenen Versuchen Bouchardats, dafs dies gerade dieselben Körper sind, welche die Pflanzen am besten vergiften, während das Morphin, das Strychnin, die der Gärung nicht schadeten, gleichfalls ohne Einfluss auf die Vegetation sind.“

„Andererseits aber läfst sich nicht annehmen, dafs ein organisiertes und lebendes Wesen einen Akt seiner Existenz bei einer Temperatur vollbringe, die mehrere Stunden lang 100° betrug.“

„Endlich habe ich sehr wohl bemerkt, dafs die Hefekügelchen in ihrem Innern Granulationen zu enthalten scheinen, und dafs sie zuweilen auf der Seite ein zweites kleines Kügelchen tragen, welches aus dem ersteren hervorzugehen scheint. Ich habe aber noch nicht zu der Gewifsheit gelangen können, dafs dies wirklich eine Art der Reproduktion sei, und wiewohl ich geneigt bin, die Meinung Cagniard-Latours, F. Kützings und Schwanns anzunehmen und die Hefe als eine Verbindung kleiner lebender Körper zu betrachten, welche eine beginnende Vegetation darstellen, so werde ich doch darüber so lange in Zweifel bleiben, bis ich deutlich gesehen habe, dafs ein Hefekügelchen ein anderes auf eine direkte Weise erzeugen könne.“

Trotz dieser in diesem letzten Satze zum Ausdruck gebrachten Reserve schliefst Quevenne seine Abhandlung mit dem folgenden Satze, welcher deutlich zeigt, dafs er eigentlich doch bereits ein überzeugter Anhänger der neuen Theorie war: „Die Umstände, unter denen die Gärung und die sie begleitenden Umstände sich entwickeln, der Einflufs einer grofsen Anzahl von Körpern auf den Verlauf dieser Operation sind von der Art, dafs man wirklich annehmen kann, sie rühre von einer Art von Vegetation her; diese Annahme scheint vor ihrer völligen Entscheidung noch neuer Beweise zu bedürfen.“

Quevenne ist es auch nicht entgangen, dafs Cagniard-Latour, Kützing und Schwann einen Vorläufer in dem genannten Desmazières hatten, welcher die Bierhefe mikroskopisch beobachtet, aber allerdings deren Wesen und Bedeutung nicht richtig erfafst hatte. Was Quevenne darüber ausführte (a. a. O. S. 474—475), konnte nur dazu beitragen, die neue Theorie ins gehörige Licht zu setzen und die Priorität für die drei

eben genannten Forscher festzustellen; wir führen daher seine für die vitalistische Gärungstheorie geschichtlich wichtigen Bemerkungen hier an:[1])

„Man findet in den Annales des sciences naturelles, t. X, S. 43, eine Arbeit von Desmazières vom Jahre 1826 über die Vegetationen, welche sich in den verschiedenen Flüssigkeiten oder auf der Oberfläche gewisser feuchter Körper bilden. Desmazières sah, beschrieb und bildete Hefekügelchen ziemlich genau ab, so dafs man jetzt nur sehr geringfügige Modifikationen auf seinen Platten anbringen könnte; er vermutete aber durchaus nicht die Rolle, welche diese Kügelchen bei der Gärung spielen."

„Desmazières, ganz allein mit den Gebilden beschäftigt, welche sich auf der Oberfläche feuchter Substanzen zeigen, fafste bei seinen allgemeinen Betrachtungen über diese Produkte nur den Gesichtspunkt der Naturbeschreibung auf und untersuchte nach und nach den Brei oder das weifse Häutchen, das er auf der Oberfläche des Bieres, des Malzaufgusses, des Weines, auf dem Rückstand der Destillation des Wacholderbranntweines, auf dem Leime, der Tinte usw. sich bilden sah. Er erkannte sehr wohl, dafs alle diese Produkte im Augenblicke ihrer Entwicklung oval waren, weil sie sich nach und nach verlängerten, zusammenklebten und so mit Scheidewänden versehene Verzweigungen erzeugten, in deren Innern man bisweilen Granulationen wahrnahm. Es scheint mir unbestreitbar, dafs unter den vom Verfasser beobachteten Kügelchen wenigstens die des Malzaufgusses wirklich zur Hefe gehören; aber aufserdem, dafs er die Gärung erregende Eigenschaft übersah, liefs er, glaube ich, sich einen Irrtum hinsichtlich ihrer Natur zuschulden kommen, wenn er sagt, dafs er sie sich bewegen gesehen habe, und dafs er, indem er davon ausging, sie als Monaden betrachtete, aus denen er eine Gattung unter dem Namen Mycoderma macht, zu der er die Kügelchen des Bieres, Malzes, Wacholderbranntweines, des Mehles, des Weines als Arten rechnen zu können glaubt."

„Folgende Beschreibung des auf der Oberfläche des Bieres gesammelten Häutchens zeigt, dafs es Desmazières Bemerkungen hinsichtlich des Aussehens der Kügelchen durchaus nicht an Genauigkeit fehlt:

Mycoderma cerevisiae Desmaz.

Pillicula leviter rugata leucofulva; animalcula monadina, saepius immobilia, ovoidea, inter se fere aequalia, $^1/_{120}$ millimetris longa, $^1/_{200}$ lata, eorum aggregatione seriatim formantia fila, dissepimentis inaequalibus, conspicua. Crescit ad superficiem cerevisiae."

„Man sieht aus der Genauigkeit dieser Beschreibung, dafs diese Abhandlung, obgleich bis jetzt wenig bekannt, darum doch nichtsdestoweniger

---

[1]) Vgl. auch S. 26 vorliegenden Buches.

merkwürdig ist. Wenn Desmazières sich etwas zu sehr seiner Einbildungskraft hingegeben hat, indem er von der tierischen Natur der Bierkügelchen spricht, wenn er ihre vornehmste Eigenschaft verkannt hat, die, die Gärung zu bewirken, so ist es doch nichtsdestoweniger wahr, dafs er nach Leuwenhoeck zuerst das Ferment beschrieben und abgebildet habe; denn Astier, welcher in dem Bulletin de Pharmacie, tome VI, die Gärung der Anwesenheit von Insekten beimifst, hatte sie durchaus nicht gesehen; er hatte das Ferment nicht unter dem Mikroskop beobachtet, und seine Behauptung ist ganz aus der Luft gegriffen und beruht auf keinen wahrscheinlichen Tatsachen."

Der zweite Franzose, welcher alsbald nach Cagniard-Latour, Kützing und Schwann eine Arbeit über die geistige Gärung und auch über die saure Gärung lieferte, war Turpin; sie ist von Wöhler und Liebig in ihre Annalen der Pharmazie (1839, Bd. 29, S. 93—100) übernommen worden. Über Turpins Schlufsfolgerungen s. oben Seite 40.

Bezüglich der von Helmholtz über Fäulnis und Gärung im Jahre 1843 veröffentlichten Abhandlung, in welcher er zu dem Resultate kam, dafs man nur die Hefe, deren vegetabilische Natur nicht mehr zu bezweifeln sei, als Ursache der weinigen Gärung ansehen könne, sei auf Dr. Ingenkamps Abhandlung verwiesen.

Auch Dr. med. Schlofsberger (1819—1860), seit etwa dem Jahre 1846 Professor der Chemie in Tübingen, hat die Frage nach der „Natur der Hefe mit Rücksicht auf die Gärungserscheinungen" und zwar auf Veranlassung Liebigs in dessen Laboratorium bearbeitet.[1]) Er macht darauf aufmerksam, dafs bereits Stahl in seiner Zymotechnia fundamentalis die Fäulnis und Gärung auf in innerer Bewegung begriffene Körper zurückführte, in welche andere Körper leicht „hineingerissen" werden; diese fast gänzlich verloren gegangene Vorstellung sei von Liebig durch Induktion wieder entdeckt worden und daher die Hefe von ihm für den Hauptrepräsentanten der in Selbstzersetzung begriffenen und daher ansteckenden (das Gleichgewicht komplizierter Körper störender) Materien erklärt worden. Dagegen hätten die Mikroskopiker Schwann, Cagniard-Latour, Kützing, Quevenne u. a. fast gleichzeitig erkannt, dafs die Hefekügelchen Organismen der einfachsten Art seien. Mit Energie wendet sich indessen Schlofsberger gegen die Physiologen, welche in dem Nachweis der organischen Natur der Hefekügelchen einen entscheidenden Beweis gegen Liebigs Theorie erblickten; sie wollten unlogischerweise nicht einsehen, meinte Schlofsberger, dafs die Entstehung und Entwicklung von mikroskopischen Pflanzen und Tieren jeden Zersetzungsprozefs organischer Materie auffallend beschleunigen und modifizieren können, ohne deshalb

[1]) Annalen der Chemie und Pharmazie 1844, Bd. 51, S. 193—212.

notwendig als erste Ursache dieses Prozesses zu wirken. Nach dieser Erklärung kann man also die Pflanzennatur der Hefe anerkennen, ohne die vitalistische Gärungstheorie für zutreffend zu halten. Mit Rücksicht auf die kurz vorher erschienene Arbeit Mulders über die Bierhefe erklärt zwar Liebig in einer Fufsnote zu Schlofsbergers Arbeit, die Übereinstimmung beider ganz unabhängig voneinander aufgefafster Untersuchungen sei um so erfreulicher, als damit die Natur der Hefe festgestellt zu sein scheine; Schlofsberger selbst aber scheint weder die chemische, noch die vitalistische Theorie für bewiesen zu halten, aber allerdings mehr zu ersterer als zu letzterer zu neigen. Schlofsberger untersuchte die prozentische elementare Zusammensetzung der ganzen Hefezellen, des Zellinhaltes und der Zellmembran der Hefe, sowie deren Asche usw.; nie gelang es ihm, weder entschieden eine Knospenbildung, noch ein Platzen der Hefezellen und Ergiefsen ihres Inhaltes wahrzunehmen; ja letzteres gelang ihm nicht einmal „durch das Kompressorium“,[1] und „die allerdings oft seltsame, fadenförmige, ästige und andersartige Aneinanderreihung der Hefezellen erschien ihm durchaus als ein Spiel des Zufalles“. Auch Schulzes, Schwanns und Helmholtz' Untersuchungen über die Urzeugung und erste Entstehung der Hefezellen erschienen ihm nicht entscheidend. Betreffs der Mittel, welche die „zymomotorische Kraft der Hefe“ aufheben oder vermindern, schliefst sich Schlofsberger den Angaben von Quevenne an, hebt aber „im Widerspruch mit einem allgemeinen Vorurteil“ noch hervor, dafs selbst eine starke Lösung arseniger Säure die Gärung durchaus nicht aufhebt und kaum verlangsamt, woraus aber ein sicherer Schlufs gegen die belebte Natur der Hefe nicht gezogen werden dürfe, denn auch „nach der anderen Gärungstheorie“ hätte arsenige Säure die Gärung aufheben sollen, indem sie den organischen Materien den Charakter der Unverwesbarkeit oder Unfähigkeit, zu faulen, mitteilen sollte.

Die von Schlofsberger und Liebig erwähnte Arbeit Mulders ist zuerst in holländischen Journalen erschienen; ob sie in wörtlicher Übersetzung in die ältere deutsche Literatur übergegangen ist, ist zweifelhaft, jedoch scheint der ausführliche Auszug, welchen Balling[2]) davon gibt, sich eng an den Wortlaut des Originals anzuschliefsen. Balling meint, Mulder habe sich ganz deutlich für jene Ansicht ausgesprochen, wonach die Hefe eine Pflanze, der Gärungsprozefs der hefebildenden Flüssigkeiten daher ein Vegetationsprozefs sei.

Nach Mulder ist die Hefe eine „aus isolierten Zellen bestehende Zellenpflanze“; die Pflänzchen seien Bläschen aus einer der Zellulose nahe-

---

[1]) Seinerzeit von Mitscherlich angegeben.

[2]) Carl J. N. Balling, Die Gärungschemie usw. Bd. I, 1845, S. 162—164.

stehenden Substanz. In den Bläschen sei ein Proteinkörper eingeschlossen; die Bläschen aus der der Zellulose ähnlichen Substanz trügen selbst zur Gärung nicht das Mindeste bei, würden jedoch während der Gärung von der Proteinverbindung osmotisch durchdrungen. Die ausgedrungene Proteinverbindung, durch eine ungemein leichte Zersetzbarkeit bei einem bestimmten Wärmegrade charakterisiert, erleide sogleich eine Zersetzung und lasse nichts übrig als Ammoniak und eine kleine Menge eines andern, extraktartigen, noch nicht genau untersuchten Stoffes. Die erste Ursache der ganzen Gärungserscheinung gehöre also der Wärme an, welcher Mulder das Inbewegungsetzen der Moleküle zuschreibt. Es gebe, so wie für manche andere Körper, für die Proteinverbindung der Hefe eine Temperatur, bei welcher sie in Auflösung nicht mehr bestehen könne. Diese Zersetzung pflanze sich auf den Zucker fort, wobei er sich in Alkohol und Zucker verwandle.

Im Jahre 1848 machte sich Dr. Rudolf Wagner, zuerst an der Landwirtschafts- und Gewerbeschule in Nürnberg, später an der Universität Würzburg (1822—1880), Professor der Agrikulturchemie und Technologie, daran, einige der bisher über die Natur der Hefe veröffentlichten Arbeiten nachzuprüfen (vgl. Journal f. prakt. Chemie 1848, Bd. 45, S. 241—250). Einleitend bemerkt er folgendes: „Daſs die Hefe, sowohl die Unterhefe als auch die Oberhefe, eine Pflanze auf der einfachsten Stufe der Organisation ist, geht aus den übereinstimmenden chemischen und mikroskopischen Untersuchungen der Chemiker und namentlich den von Cagniard de la Tour, Schwann, Quevenne, Kützing, Mitscherlich und vorzüglich von Schloſsberger so deutlich hervor, daſs hierüber auch nicht der geringste Zweifel bleibt. Anders verhält es sich mit der Hefe bezüglich der Fragen, ob Unter- und Oberhefe wirklich verschiedene Pflanzen sind, auf welche Weise sich die Hefe fortpflanzt, der Bestimmung derselben bei der Alkoholgärung und dem Verhalten gewisser Agentien gegen dieselbe."

Die von Wagner benutzte Oberhefe stammte von Leipziger Braunbier, die Unterhefe von Tauchaer Lagerbier. Nach einer allgemeinen Charakteristik der Ober- und Unterhefe, welche aus der mikroskopischen Betrachtung zu gewinnen ist, fährt Wagner bezüglich der Fortpflanzung der Oberhefe folgendermaſsen fort:

„Um die Fortpflanzung der Oberhefe zu beobachten, befolgte ich das von Mitscherlich in seinem Lehrbuche I, S. 371 angegebene Verfahren, nach welchem ich etwas frische Oberhefe in Bierwürze verteilte, einen Tropfen davon abermals mit Bierwürze verdünnte, bis abermals in einem Tropfen dieser zweiten Flüssigkeit unter dem Mikroskop nur ein bis zwei Hefekügelchen zu bemerken waren. Ich brachte einen Tropfen dieser Flüssigkeit auf eine Glastafel und bedeckte ihn mit einer dünneren

Glastafel; ich kittete die obere Tafel auf die untere vermittels eines schmelzenden Gemenges von Kolophonium und Wachs und legte dann die Glastafel unter das Mikroskop so, daſs unter dem Fadenkreuze desselben eine gut ausgebildete Zelle befindlich war. Ich suchte die Temperatur des Zimmers konstant auf 18—20° zu erhalten. Als ich die Hefe unter das Mikroskop brachte, war es mittags 1 Uhr; schon nach einigen Stunden war deutlich wahrzunehmen, daſs der Kern im Innern der Zelle sich in mehrere Teile teilte und daſs die Teile an verschiedenen Stellen sich dem Zellenrande näherten; nach Verlauf von 5 Stunden waren aus der ersten Zelle zwei neue Zellen entstanden, ohne daſs der Kern die Hülle der Mutterzelle überschritten und in die neugebildete Zelle übergegangen wäre; in beiden neuen Zellen war noch kein Kern zu bemerken. Des Abends 11 Uhr, also nach Verlauf von 10 Stunden, hatte sich an der ursprünglichen Zelle noch eine zweite Zelle gebildet, während zwei der ersten Generation schon eine dritte Generation gebildet hatten; in den beiden sekundären Zellen war ein deutlicher, gespaltener Kern vorhanden. Den anderen Morgen hatte sich noch eine Zelle dritter Generation gebildet, während die eine Zelle der dritten Generation vom vergangenen Tage drei neue Zellen der vierten Generation gebildet hatte. Die zuletzt gebildeten Zellen wuchsen gröſser und erreichten fast die Gröſse der Mutterzelle, pflanzten sich aber, wahrscheinlich aus Mangel an Nahrung, nicht weiter fort. Eine Oberhefezelle hatte mithin in 20 Stunden elf Zellen gebildet.“

Die Fortpflanzung der Unterhefe versuchte Wagner auf dieselbe Weise zu verfolgen; es gelang ihm aber nicht, „die groſse Zelle“ der Unterhefe von kleinen anderen Zellen zu befreien und eine Fortpflanzung der groſsen Hefezelle wahrzunehmen. Er gelangte schlieſslich zu der Ansicht, daſs die kleinen Nebenzellen, welche wuchsen und an Zahl zunahmen, „aus der gröſseren Zelle durch Platzen der Zellenhülle geschlüpft seien“.

Da Wagner bei einem gewissen näher von ihm beschriebenen, aber nicht exakten Versuche Hefebildung und Kohlensäureentwicklung zu gleicher Zeit beginnen sah, wie er meinte, so nahm er an, die Kohlensäureentwicklung sei durch die Gegenwart der Hefe bedingt. Seine Versuche über die Einwirkung gewisser chemischer Agentien auf die gärungerregende Kraft der Hefe veranlaſsten Wagner, folgenden Schluſs zu ziehen: „Aus dem Vorstehenden geht hervor, daſs mineralische Gifte, die im allgemeinen lähmend auf das tierische und pflanzliche Leben einwirken, auch der Vegetation der Hefezellen, mithin der Gärung, hemmend entgegentreten.“

Daſs Professor Wagner auch seinen Schülern jahraus jahrein diese Resultate seiner Untersuchungen und die vitalistische Gärungstheorie überhaupt vortrug, ist nicht zu bezweifeln.

Weitere Beweise für die vitalistische Gärungstheorie lieferten vor Pasteur auch H. Schroeder und Th. von Dusch in ihrer ersten diesbezüglichen Abhandlung aus dem Jahre 1854; Dr. med. Ingenkamp hat darüber (s. oben unter VI) ausführlich berichtet.

Die Forschungen Schwanns und anderer, sowie ihre Anschauungen von dem Wesen der Gärung sind indessen auch den ausübenden deutschen Technikern nicht unbekannt geblieben; viele Jahre, bevor L. Pasteur im Jahre 1857 seine erste Arbeit bekannt gab, haben Lehrer der Gärungstechnik aus den Ergebnissen der Wissenschaft eigene wichtige Schlüsse für die Praxis gezogen, und haben mit diesen und zugleich mit der neuen Lehre von der Pflanzennatur der Hefe und der neuen Erklärung ihrer Wirkungsweise die Männer der Praxis vertraut gemacht.

Zu diesen Lehrern der Praxis in Deutschland dürfen wir Dr. F. Lüdersdorff, wahrscheinlich auch ein Schüler von Mitscherlich, rechnen, welcher s. Zt. in Berlin Brennereibesitzer und Brennereipraktikanten im Gärungswesen unterrichtete. Die von ihm im Jahre 1841 in Berlin herausgegebene zweite Auflage von Pistorius „Praktischer Anleitung zum Branntweinbrennen“ stand in grofsem Ansehen und bildete viele Jahre lang die Hauptquelle der Belehrung für die deutschen Brenner. In diesem Buche ist z. B. auf S. 396 angegeben: „Ich mache wiederholt darauf aufmerksam, dafs es nur eine einzige Substanz gibt, um Gärung hervorzubringen, und diese ist die Hefe. Alle Bemühungen, Gärung ohne Hefe zu erzeugen, sind daher fruchtlos, und in allen Fällen, wo man diesen Stein der Weisen gefunden zu haben glaubt, gibt man sich mindestens einer Täuschung hin.“ Ferner heifst es daselbst auf S. 52: „Die Art und Weise, wie die Hefe auf den Zucker wirkt und sein Zerfallen in Alkohol und Kohlensäure veranlafst, ist schwer zu bestimmen. So glaubte man, die Gärung sei ein galvanischer Prozefs, und liefs sich zu dieser Annahme doch gewifs nur durch die äufsere Erscheinung verleiten, da jeder wissenschaftliche Anhalt dazu fehlt. Andererseits wurde die Hefe als ein organisierter lebender Körper betrachtet und entweder den Infusorien oder den auf der untersten Stufe stehenden Pflanzen zugezählt. Ihre Wirkungsart und besonders ihre bestimmte Form gaben dieser Ansicht allerdings einige Wahrscheinlichkeit.“ Lehnte Lüdersdorff trotzdem letztere Ansicht ab und nahm er zu jener Zeit hinsichtlich der Erklärung der Gärung einen keineswegs sicheren Standpunkt ein, so gab er in seinem Buche seinen Schülern hinsichtlich des Verhaltens der Hefe gegen Temperaturen und Säuren, sowie des Nährbodens für ihre Vermehrung und Kräftigung auf Grund der wissenschaftlich festgestellten Tatsachen und eigener Erfahrungen doch solche Ratschläge, als ob er von der pflanzlichen Natur der Hefe überzeugt gewesen wäre. Und damit hat er das Gärungsgewerbe ohne allen Zweifel sehr gefördert.

Der andauernde Streit über die Natur der Hefe liefs aber auch Lüdersdorff keine Ruhe; mufste er sich doch fort und fort mit dieser Frage in Gedanken beschäftigen, nicht nur weil er die widersprechenden Ansichten immer von neuem vortragen mufste, sondern auch weil sie von grofser praktischer Tragweite war. Er versuchte daher einen Beitrag zu dieser Streitfrage zu liefern; die ihm offenbar vorschwebenden mikroskopischen Untersuchungen Mitscherlichs hatte er wahrscheinlich zwar wiederholt, aber nicht ganz mit der Sorgfalt Mitscherlichs, weil er sonst die von ihm geleugnete „Entwicklung" an der Hefe hätte wahrnehmen müssen. Lüdersdorff stellte daher Vergleichsversuche mit völlig zerriebener und mit unzerstörter Hefe an. „Je nachdem", sagte er, „hierbei die Wirkung der Hefe wie früher eintreten oder aber ausbleiben würde, würde sich dieselbe entweder als eine nur organische Substanz oder aber als ein wirklich organisierter Körper geltend machen". Diese Wirkung prüfte Lüdersdorff, indem er zwei gleiche Quantitäten Traubenzucker, jede in 10 Teilen destilliertem Wasser gelöst, bei 35° C. mit zerriebener und andererseits unzerstörter Hefe hinstellte. Da er die zerriebene Hefe auch nicht ein Glasbläschen entwickeln sah, während die andere Probe nach einer halben Stunde zu gären anfing und nach zwei Tagen allen Zucker vergoren hatte, so konnte er die pflanzliche Natur der Hefe, wie wir aus seinen eigenen Worten schliefsen müssen, von da an nicht mehr bezweifeln (s. Poggendorffs Annalen 1846, 67, 408) und mufste sie auch seinen Lehrvorträgen zugrunde legen.

Selbst der widerstrebende Berzelius nahm von diesem Versuche Lüdersdorffs Notiz in seinem Jahresbericht (deutsch 1848, S. 499); „wenn nicht die Frage, ob Hefe ein organisierter Körper sei, welcher die Gärung nur so lange zu erregen imstande ist, als er seine organische Ganzheit behalten hat, schon früher beantwortet gewesen wäre," meinte Berzelius, „so hätte das Resultat dieser Versuche entscheidend scheinen können". Also müssen wir auch von Berzelius annehmen, dafs er sich der vitalistischen Theorie, allerdings im Sinne seiner Kontakt-Hypothese, angeschlossen hat.

Dafs durch diese Veröffentlichungen der genannten, damals angesehensten Publikationsorgane die Kenntnis der vitalistischen Gärungstheorie in Deutschland die weiteste Verbreitung erfahren mufste, kann nicht im mindesten bezweifelt werden; zu dieser Verbreitung haben aber selbstverständlich auch Mitscherlichs vor zahlreichen Schülern gehaltene Vorlesungen und dessen Lehrbuch der Chemie beigetragen, in dessen vierte Auflage (Berlin 1844, Bd. I, S. 368—376) er die Resultate seiner Arbeiten über die Hefe aufgenommen hat. Es erscheint sehr wahrscheinlich, dafs gerade diese es waren, welche Berzelius zum Anhänger der vitalistischen Theorie gemacht haben. Mitscherlichs gärungstheoretische Arbeiten

und Lüdersdorffs erwähnte Versuche wurden indessen weit über die eigentlich wissenschaftlichen Kreise hinausgetragen; wir ersehen das aus Dr. B. F. Strumpfs Sammelwerk, welches er als „Die neuesten Entdeckungen der angewandten Chemie“ bezeichnete und für „das Publikum im grofsen und ganzen“ und „die weniger Eingeweihten“ bestimmte, welche dadurch mit den in das landwirtschaftliche, gewerbliche und häusliche Leben eingreifenden praktischen Ergebnissen der wissenschaftlichen Chemie vertraut gemacht werden sollten (Berlin 1845, Bd. I, S. 179—184 und 1851, Bd. II, S. 199—206).

Mitscherlich selbst stand aber auch, wie aus seinen ungedruckten, von uns eingesehenen Aufzeichnungen hervorgeht, in aufserordentlich regem Verkehr mit den Praktikern der Bier- und Spiritus-Industrie, deren Betriebe er zu Studienzwecken und wahrscheinlich auch als erbetener Ratgeber vielfach besuchte und eingehend besichtigte. Hätte der vielbeschäftigte Gelehrte die Mufse dazu finden können, so hätte er aller Wahrscheinlichkeit nach seine Notizen, Beobachtungen und Erfahrungen zur Ausarbeitung eines Handbuchs der Gärungsgewerbe benutzt, welches für diese von grofser Bedeutung hätte werden können. Jedenfalls ist es aber fast undenkbar, dafs Mitscherlich seine mannigfache persönliche Berührung mit den Gärungstechnikern nicht dazu benutzt habe, diesen die vitalistischen Anschauungen über Hefe und Gärung bei jeder Gelegenheit gemäfs seiner Auffassung der Sache zu vermitteln.

Aus der grofsen Zahl von Mitscherlichs Schülern ging eine beträchtliche Zahl von Gelehrten oder Industriellen ersten Ranges hervor; zu den weniger bekannten Schülern desselben gehörte Dr. C. Trommer, Professor an der Kgl. staats- und landwirtschaftlichen Akademie zu Eldena. Nachdem dieser bereits länger als zwölf Jahre als Lehrer der Naturwissenschaften und der technischen Gewerbe an landwirtschaftlichen Instituten gewirkt hatte, gab er ein Lehrbuch der Spiritusfabrikation (Berlin bei Bosselmann) heraus, dessen Inhalt von Pasteurs mit dem Jahre 1857 beginnenden Arbeiten nicht beeinflufst sein kann[1]). Dieses Werkchen, welches offenbar die Grundlage für des Verfassers Vorlesungen über Branntweinbrennerei und Spiritusfabrikation bildete und in weite Kreise der einfachen Empirie nicht allein lebender Praktiker gedrungen sein mufs, da es, soviel uns bekannt, wenigstens drei Auflagen erlebte, hat ebenfalls zur Verbreitung der vitalistischen Erklärung der Gärung viel beigetragen. Trommers Schüler, welche er mit dieser vor dem Jahre 1857 vertraut machte, dürften nach vielen Hunderten zu zählen sein.

Zu den angesehensten Schriftstellern, welche in deutscher Sprache über die Gärungsgewerbe geschrieben haben, gehört Carl J. N. Balling,

---

1) Vgl. oben unter V.

s. Zt. ordentlicher Professor der allgemeinen und angewandten technischen Chemie in Prag; seine Schriften fanden auch in den Kreisen der Praktiker eine grofse Verbreitung. Sein mehrbändiges Werk über die Gärungschemie erlebte drei Auflagen; im ersten Bande der ersten Auflage vom Jahre 1845 widmete er 18 Seiten (S. 154—172) der Betrachtung der Ansichten über das Wesen der geistigen Gärung, z. B. derjenigen von Berzelius, Liebig, Mitscherlich, Helmholtz. Den Untersuchungen von Cagniard-Latour und von Schwann gelten fast zwei Seiten; die Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse dieser beiden Forscher hat Balling mit deren eigenen Worten fast ohne Verkürzung wiedergegeben.

Die betreffenden Sätze und die ihnen folgenden Darlegungen Ballings sind wörtlich auch in die zweite Auflage seiner Gärungschemie aufgenommen (I. Teil, Die Branntweinbrennerei, 1854, S. 141 u. ff.). Auch der oben erwähnte Versuch Lüdersdorffs ist daselbst angezogen.

Seinen eigenen Standpunkt gibt Balling in folgenden Worten (1845, I, S. 159—160 u. S. 161—162) zu erkennen:

„Schon Erxleben (1818) hält die Gärung z. T. für einen Vegetationsprozefs. In der neueren Zeit wurde diese Ansicht durch Cagniard-Latour und Schwann, Kützing, Quevenne, Mitscherlich und Mulder mehr ausgebildet und durch mikroskopische Beobachtungen der Hefe unterstützt. Man hat diese Ansicht ins Lächerliche zu ziehen gesucht. Ist die Hefe wirklich eine Pflanze, so steht dieser Erklärungsweise nicht die Fortpflanzung derselben, sondern blofs die Selbstgärung entgegen, durch welche die Hefe in einer gärbaren Flüssigkeit ohne Samen entsteht."

„In der Natur gehen indessen viele Prozesse vor, die wir noch nicht zu erfassen vermochten, und da wir uns über die Entstehung der ersten Pflanzen keine naturwissenschaftliche Rechenschaft zu geben vermögen, sie aber doch entstanden sind und sich fortgepflanzt haben, so darf uns die Entstehung der Hefe, als Pflanze betrachtet, nicht so sehr in Erstaunen setzen, als die Natur gerade in den natürlich gärbaren Flüssigkeiten alle Umstände vereinigt haben kann, welche einer solchen Bildung günstig sind. Ist uns doch die Entstehung und das Wachstum der Schwämme überhaupt noch sehr dunkel, die Hefe aber gerade ihrer Natur nach dieser Art von Vegetabilien beizuzählen."

„Damit soll nun nicht behauptet werden, dafs die Hefe wirklich ein Vegetabil sei und der Gärungsprozefs mithin ein Vegetationsprozefs, sondern es will damit nur angedeutet werden, dafs dies dennoch sein könnte. Die Gärung der reinen Zuckerarten, wobei keine neue Hefe gebildet, sondern vielmehr Hefe konsumiert oder zersetzt wird, ist jedenfalls verschieden von der Gärung solcher süfser Flüssigkeiten, in denen sich während der Gärung neue Hefe erzeugt."

„. . . Dagegen findet bis jetzt die Zersetzung der Hefe bei der Gärung reinen Zuckers dadurch keine Erklärung. Dennoch hat diese Ansicht vieles für sich. Die Bildung der neuen Pflanze nach deren Aussaat durch die Samenhefe (das Stellen mit Hefe), die Fortpflanzung und Vermehrung derselben, mithin der eigentliche Pflanzenbildungsprozefs wäre dabei die Hauptsache, die neugebildete Hefe daher das Hauptprodukt; Alkohol und Kohlensäure wären Nebenprodukte des Prozesses. Alles, was demnach die Pflanzenbildung — die Hefebildung — befördert, mufs auch die Alkoholmenge vermehren, und deshalb steht die Menge der erzeugten neuen Hefe mit der Menge des gebildeten Alkohols im geraden Verhältnisse. Die verschiedenen Gärungsperioden, welche man dabei beobachtet, stellen die sich folgenden Vegetationsperioden dar. Der Weinmost, die Malz- und Getreidewürzen wären daher der Boden, in dem die Hefe wächst. Die Oberhefe verhält sich zur Unterhefe wie beim Getreide die Sommerfrucht zur Winterfrucht und der Gärungszyklus der ersteren ist dem Vegetationszyklus der letzteren analog."

Von diesem Standpunkte aus zieht Balling auch die Konsequenzen für die Praxis hinsichtlich der Menge der Aussaat der Hefe, ihrer Vermehrung und Ernährung in der „Kunsthefemaische" und der Rolle der Milchsäure für die Löslichmachung der hefebildenden Bestandteile der Hefemaische usw. (a. a. O. 1854, II. Teil, S. 116 ff.). Auch auf die Bedeutung gewisser Aschenbestandteile der Hefe für die Hefebildung im Biere und der Branntweinmaische ist bei Besprechung der Untersuchungen Mitscherlichs von Balling schon aufmerksam gemacht worden (a. a. O. 1854, II. Teil, S. 151—152).

Der von Balling erwähnte Erxleben hat sich indessen in wissenschaftlicher Weise mit der Hefe und Gärung nicht beschäftigt; die Ansicht, die er darüber sich gebildet hat, ist nicht zutreffend begründet, sondern weit hergeholten Erwägungen entsprungen; er hat sie nur gelegentlich in einem Werkchen[1]) ausgesprochen, welches sich vorzugsweise mit der Ermittelung des Alkohol- und Extraktgehaltes des Bieres beschäftigt. Erxleben äufsert sich darüber (a. a. O. S. 69—70) folgendermafsen: „In der Regel kann man zwar von jeder einmahl bekannten chemischen Operation das Resultat im Voraus mit Verläfslichkeit angeben, allein hier findet aus dem Grunde eine Ausnahme Statt, weil die Gährung, obwohl bisher immer dafür gehalten, keineswegs eine blofse chemische Operation zu seyn scheint, sondern vielmehr zum Theil als ein Vegetations-

[1]) Uiber Güte und Stärke des Bieres und die Mittel, diese Eigenschaften richtig zu würdigen. Von Chr. P. F. Erxleben, k. k. Kommerzienrath, der k. k. patriotisch-ökonomischen Gesellschaft in Böhmen und der k. k. mährisch-schlesischen Ackerbaugesellschaft korrespondirendem Mitgliede. Prag 1818.

prozefs, und als das Glied in der grofsen Kette in der Natur zu betrachten seyn dürfte, welches die Wirkungen, die wir chemische Prozesse nennen, mit der Vegetation in Verbindung setzt. Ohne mehrere Gründe, die dafür sprechen, zu erwähnen, haben wenigstens alle die bey dem Mälzen erwähnten Umstände, nämlich Localität, äufsere Temperatur, so wie der Zustand der Atmosphäre den entschiedensten Einflufs auf den Gang und den Erfolg der Gährung, und da man diese Umstände nur selten und nie vollkommen günstig verändern kann, so ist der Erfolg auch nie vollkommen gleich zu bewirken."

Erxleben erbringt also kein positives Beweismaterial, ist aber immerhin als ein Anhänger der vitalistischen Gärungstheorie oder, wenn man das lieber will, als ein Vorläufer derselben zu bezeichnen.

Zu den älteren Technologen, welche sich um die Förderung der Gärungsindustrie, insbesondere des Brauwesens hoch verdient gemacht haben, gehört auch Dr. Kaj. Gg. Kaiser, seit dem Jahre 1834 Professor der Chemie an der polytechnischen Schule und seit 1851 zugleich Professor der Technologie an der Universität in München, zu dessen Füfsen viele Jahre hindurch u. a. junge Bierbrauer safsen, welche aus allen Teilen Deutschlands und Österreichs zusammengekommen waren, um sich eine bessere naturwissenschaftlich-technische Bildung anzueignen. Kaiser war zugleich Redakteur des in München erscheinenden Kunst- und Gewerbeblattes, Organs des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, in welchem er auch zahlreiche, die Bierbrauerei betreffende, eigene experimentelle Arbeiten veröffentlicht hat. Zu den Mitgliedern dieses Vereins gehörten s. Zt. aufser König Maximilian II., mehreren Mitgliedern des königlichen Hauses und vielen Gelehrten, z. B. Pettenkofer und Liebig, auch Gewerbetreibende aller Art, z. B. im Jahre 1854 16 Bierbrauer, darunter in München L. Flofsmann, J. Hierl, M. Hirschnagel, Georg und Mathias Pschorr, J. Schöttl, Gabriel und Joseph Sedlmair.

Bereits im Jahre 1838 veröffentlichte Kaiser in seinem Blatte (Bd. 16, S. 204—208) die Arbeit Kützings, einschliefslich Abbildungen, soweit sie sich auf Hefe und die Essigmutter bezieht; im Jahre 1850 teilte er auch in demselben Blatte (Bd. 28, S. 50—57) die Resultate Dr. R. Wagners ausführlich mit, welche wir oben erwähnt haben. Interessant sind die Schlufsfolgerungen Kaisers, welche er aus Wagners Arbeit für die Praxis zieht, und welche er nicht nur a. a. O. bekannt gegeben, sondern, wie Wagner, gewifs auch in seinen Vorträgen und in dem von ihm abgehaltenen Praktikum seinen Schülern vermittelt hat. Die Stellungnahme Kaisers zugunsten der vitalistischen Theorie geht daraus aufs klarste hervor; seine Ausführungen, obgleich in vielen Stücken bereits überholt, mögen daher hier folgen:

„Da die Hefe eine Pflanze ist, so bedarf sie zu ihrer Ausbildung eines Vegetationscyclus (Zeit) und in diesem eine gewisse Summe von Wärme. Wird die Hefe an ihrer Ausbildung gehindert, bleibt diese unvollendet, ist die Hefe unreif und unzeitig, so treten abnorme Erscheinungen an dem Biere ein, die vorerst entweder auf seinen Vergährungsgrad oder auf seine Klarheit und weiteres auf seine Haltbarkeit Einfluſs nehmen. Nicht minder hat der verschiedene Grad der Zeitigung der Hefe auf die Farbe, Glanz, Geschmack, Geruch der Biere und auf die Gesundheit beim Genusse desselben einen groſsen Einfluſs.“

„Es scheint, daſs derjenige Trübheitszustand des Biers, welcher von darin schwebender Hefe herrührt, bedingt sey von einer unvollständigen Ausbildung, von einem nicht gehörigen Auswachsen derselben, in dessen Folge die einzelnen Hefenpflänzchen zu klein bleiben, und deſshalb, nachdem die Hauptgährung und die heftige Entwickelung des kohlensauren Gases bereits beendigt ist, weder an die Oberfläche gehoben, noch auch am Boden abgesetzt werden können. Mittel, welche eine kräftigere Nachgährung — eine Nachzeitigung der Hefe — zu bewirken vermögen, als: Aufrühren der Bodenhefe, Zusatz von Malzmehl, Zusatz von Würze (Klären mit Eiweiſs oder Gallerte? —), Erwärmen des trüben Bieres um einige Grade durch Überkugelung der Bierfässer in ein wärmeres Lokal für kurze Zeit helfen hier ab.“

„Deſshalb ist eine Erkältung des Bieres während seines Gährungsverlaufs schädlich, weil die Hefe in ihrer Vegetation dadurch zurückgesetzt, gehindert wird.“ —

„Bei der Untergährung bildet sich die Hefe in der gährenden Würze und verbleibt darin bis zur beendigten Hauptgährung: sie hat demnach Zeit und Gelegenheit, sich vollkommen auszubilden (auszureifen), die Hefenpflänzchen sind gröſser, setzen sich leichter zu Boden, das Bier wird leichter und schneller klar, es ist haltbarer. Die Hefe ist hier an einen längeren Vegetationscyclus gewiesen (Winterhefe).“

„Bei der Obergährung in Bottichen wird die Hefe sehr schnell und vor völliger Ausbildung an die Oberfläche aufgeworfen, kömmt hier auſser Berührung mit der gährenden Flüssigkeit und wird dadurch an dem vollen Auswachsen, an der erforderlichen Ausbildung gehindert. Die Hefenpflänzchen sind demnach kleiner und werden von den aufsteigenden Kohlensäurebläschen leichter emporgehoben. Bei der Obergährung in Fässern ist dieſs in um so höheren Grade der Fall, weil der Hefenschaum durch das Abflieſsen aus dem offenen Spundloch von der gährenden Flüssigkeit noch vollständiger abgesondert wird. Solche Hefe ist deſshalb vom Anfang bis zu Ende der Gährung sehr ungleich ausgebildet, woher es kommen mag, daſs ihre Wirkung (Fortpflanzung — denn sie muſs ihr volles Fortpflanzungsvermögen erhalten, wenn sie kräftig wirken soll)

sehr verschieden ist, wefshalb manchmal ein Wechsel derselben zur Beschaffung und Verwendung ausgereifter Hefe angezeigt, nützlich und sogar nothwendig ist, um ein gutes Resultat, ein gutes, sich schneller klärendes Bier zu erzielen. Daraus folgt von selbst der Vorzug der Gährung bei niedrigerer vor seiner bei höherer Temperatur, weil bei ersterer die Hefe längere Zeit in der Flüssigkeit verweilt, bevor sie ausgestofsen wird."

„Defshalb ist das Hefenabseihbier immer besser vergohren, als das Hauptbier, weil es zur besseren Ausbildung einer grofsen Hefenmasse gedient hat; defshalb ist die Untergährung die einzige rationelle; die Oberhefe (Sommerhefe) ist eine Treibhauspflanze. Die Untergährung ist die naturgemäfse, die bei der natürlichen Selbstgährung der süfsen Pflanzensäfte erfolgende."

„Wird diese Ansicht von der Natur[1]) der Hefe festgehalten, so lassen sich darnach wohl die meisten Erscheinungen und bisherigen scheinbaren Anomalien bei der Gährung des Bieres erklären."

„Die Bodenhefe scheint vorzüglich auch die Zellen der Samenhefe zu enthalten. Das Rasten der Gährung soll (nach Pöschl) durch Zusatz von Malzmehl behoben werden können, welches man mit etwas des halbgegohrenen Bieres aufgerührt durch einen langhalsigen Blechtrichter bis auf den Boden des Fasses giefst. — Ist wohl nur ein Aufrühren der Hefe – die sich bereits abgesetzt hatte."

„Nach Obigem läfst sich auch erklären, warum Malzkartoffelstärkemehlwürzen durch Untergährung besser vergähren als durch Obergährung, — weil die Hefenausbildung bei ersterer befördert wird."

„Es wäre hiernach zu versuchen, ob ein langsames ununterbrochenes Rühren der gährenden Flüssigkeit während des Verlaufes der Hauptgährung, um die Hefe an der Absonderung zu hindern, nicht ein besseres Gährungsresultat bedingte, was vorzüglich für die Gährung der Branntweinmaischen von Wichtigkeit wäre, nachdem die Erfahrung ohnediefs schon gelehrt hat, dafs ein zeitweiliges Einrühren der Oberhefe oder Aufrühren der Bodenhefe von besserer Wirkung auf die Vergährung ist." —

Auch über die Arbeit von Schroeder und von Dusch „Über Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulnifs und Gährung" hat Professor Kaiser unter Benutzung des Journals für prakt. Chemie ausführlich berichtet (Kunst- und Gewerbeblatt 1854, Bd. 32, S. 371—374).

[1]) Kaiser scheint mit Rud. Wagner anzunehmen, dafs Oberhefe, bei 7° mit Bierwürze zusammengebracht, zum gröfsten Teil in Unterhefe übergeht, während beim Zusammenbringen von Unterhefe mit Bierwürze bei 20° keine Oberhefebildung eintritt. Nach Mitscherlich vermehrt sich die Unterhefe bei einer Temperatur, die 7° nicht übersteigen, aber nicht bis 0° sinken darf; nach demselben vermehrt sich die Oberhefe bei ungefähr 25°.

Schliefslich ist noch zu erwähnen, dafs auch von Professor Theodor Bail, auf welchen kürzlich Lindner unter Darbietung von Zitaten hingewiesen hat, eine Publikation vorliegt, welche in dem gleichen Jahre wie Pasteurs erste Abhandlung über die alkoholische Gärung erschienen ist und worin ausgesprochen ist, dafs 1. die Zersetzung der gärungsfähigen Flüssigkeit erst durch die Vegetation der Hefezellen bewirkt wird, 2. die Schnelligkeit des Gärungsprozesses von der Schnelligkeit der Hefevermehrung abhängig ist und 3. verschiedene Hefearten oft verschiedene Gärungen hervorrufen (Wochenschrift für Brauerei 1903, S. 229—230).

Aus der mitgeteilten Literatur ergibt sich, dafs man zu der Zeit, als der im Jahre 1822 geborene L. Pasteur noch die Schule besuchte, jedenfalls aber schon, ehe er in die Öffentlichkeit trat, teils durch Vorlesungen, teils durch eine Fülle von Veröffentlichungen von Gelehrten und von Technikern über die zuerst von Schwann, Kützing und Cagniard-Latour aufgestellte vitalistische Gärungstheorie in Deutschland weit und breit unterrichtet war und im Gewerbe sich von ihr leiten liefs. Denn erst im Jahre 1857 formulierte Pasteur am Schlusse seiner Abhandlung über die Milchsäuregärung den bald darauf auch auf die alkoholische Gärung von ihm übertragenen, nur formell umgestalteten Satz: „Auf dem von mir eingenommenen Standpunkt meiner Kenntnisse des Gegenstandes bin ich nun der Meinung, dafs, wer immer die Ergebnisse dieser Arbeit und derjenigen, welche ich demnächst veröffentlichen werde, mit Unparteilichkeit beurteilt, mit mir anerkennen wird, dafs die Gärung als die Wechselwirkung zwischen dem Leben und der Organisation der Kügelchen (der Hefe) sich erweist, nicht des Todes und der Fäulnis der Kügelchen, noch weniger aber, dafs sie eine Erscheinung des Kontaktes ist, wonach die Umwandlung des Zuckers in Gegenwart eines Fermentes sich vollziehen würde, ohne diesem etwas zu geben und ohne ihm etwas zu nehmen“ (Annales de chimie et de physique 1858, Bd. 52, S. 418 [gelesen in der Akad. d. Wissensch. am 30. Nov. 1857] und 1860, Bd. 58, S. 359). Wer könnte einen wesentlichen Unterschied zwischen dieser und Schwanns Erklärungsweise finden!

Gewifs war Pasteur berechtigt, Liebig und Berzelius, letzteren allerdings nur mit Einschränkung auf eine frühere Zeit, als Gegner dieser Theorie ausdrücklich zu bezeichnen, wie er es getan hat, aber warum erwähnte er, der wenigstens die wissenschaftliche deutsche Literatur kannte, nicht, dafs die vitalistische Theorie längst vor ihm Schule in Deutschland gemacht hatte, und warum verschweigt er sogar die erwähnten Arbeiten seiner eigenen Landsleute?! Ja noch mehr! Es ist höchst bedauerlich, konstatieren zu müssen, dafs es Pasteur im Jahre 1861 sogar fertig brachte, zu erklären, Schwann habe nur festgestellt, dafs Fäulnis und

Weingärung nicht durch den Sauerstoff der Luft oder den Sauerstoff allein bewirkt werde, sondern durch ein unbekanntes Etwas: „quelque chose d'inconnu“ oder „un principe inconnu“; dafs diese Behauptung ganz und gar falsch ist, ergibt sich für jeden, der lesen kann, unmittelbar aus Schwanns eigenen Worten. Mit der Leugnung der Verdienste Schwanns stellte sich natürlich indirekt Pasteur als den Schöpfer einer neuen Fäulnis- und Gärungstheorie vor. Bereits im Jahre 1874 hat ihm das Oskar Brefeld in den „Landwirtschaftlichen Jahrbüchern“ (Bd. III, S. 69) vorgehalten. Im Jahre 1879 wiederholten A. Hiller und später Ingenkamp diesen Vorwurf (s. S. 119 vorliegenden Buches). Die Erklärung für das persönliche Verhalten Pasteurs kann — es ist wohl kaum notwendig, das auszusprechen — nicht in einer absichtlichen Verdunkelung etwa von ihm richtig erkannter älterer Verdienste gesucht werden. Sich eine zutreffende historische Auffassung zu bilden, ist eben sehr schwer; es ist schwer für den in der Vergangenheit Forschenden, noch schwerer, fast unmöglich für den in der Gegenwart mit Erfolg Schaffenden, der, wie es Pasteur getan, in überreichem Mafse in lückenloser Kette eine geniale Arbeit an die andere reihte. Mufs man annehmen, dafs er jedenfalls einen Teil der deutschen rein wissenschaftlichen Literatur kannte, so ist wohl ebenso sicher, dafs ihm die Arbeit der deutschen Technologen, wie z. B. Kaisers, gänzlich aus dem Wege lag. Im Anschauen der eigenen Feststellungen bildeten sich für ihn die unvollkommneren Beobachtungen seiner Vorgänger unversehens in nicht bewiesene Spekulationen um. Auch soll ihm das im Jahre 1860 abgelegte, wie es scheint, allgemein übersehene bescheidene Geständnis unvergessen bleiben, welches seine Gedanken sogar mit den heute geltenden Anschauungen verknüpft und welches, ins Deutsche übertragen, lautet: „Worin besteht denn nun für mich der chemische Akt der Zuckerspaltung, und welches ist seine innere Ursache? Ich gestehe, dafs ich darüber ganz und gar nichts weifs. Soll man sagen, dafs sich die Hefe vom Zucker nährt, um ihn darauf wieder als Exkrement in Gestalt von Alkohol und Kohlensäure von sich zu geben? Oder aber wird man sagen müssen, dafs die Hefe, indem sie sich entwickelt, einen Stoff von der Art des Pepsins erzeugt, welcher auf den Zucker wirkt und, sobald er sich erschöpft hat, verschwindet, denn man findet keine Substanz dieser Natur in den Gärungsflüssigkeiten (liqueurs)! Ich habe auf diese Hypothesen nichts zu antworten. Ich billige sie nicht und ich verwerfe sie nicht und werde mich immer bemühen, über die Tatsachen nicht hinauszugehen. Und die Tatsachen sagen mir nur, dafs alle eigentlichen Gärungen in Wechselwirkungen physiologischer Erscheinungen bestehen“ (Annales de chimie et de physique 1860, Bd. 58, S. 360).

Es darf ferner auch nicht verschwiegen werden, dafs Pasteur das an Schwann begangene Unrecht später wieder gut zu machen suchte,

denn er schrieb am 15. Juni 1878 an Schwann den folgenden Brief, durch den Schwanns Priorität, welche er mit anderen teilt, klar hervorgeht:

Monsieur et illustre Confrère!

J'apprends qu'une grande manifestation se prépare, en Belgique, en votre honneur et que vos fécondes découvertes vont y recevoir le juste tribut d'admiration qui leur est dû. Depuis vingt années déjà, je parcours quelques-uns des chemins que vous avez ouverts. A ce titre, je réclame le droit et le devoir de m'associer de coeur à tous ceux qui proclameront bientôt que vous avez bien mérité de la science et de signer ces quelques lignes.

L'un de vos nombreux et sympathiques disciples et admirateurs.

Dieser Brief ist im Jahre 1884 von Léon Fredericq in einer Lebensbeschreibung Schwanns mit ausdrücklicher Zustimmung Pasteurs veröffentlicht worden (vgl. Chemiker-Zeitung, Cöthen 1895, S. 2007).

Leider sollte aber die erwähnte Entgleisung Pasteurs für die Zukunft verhängnisvoll werden, denn seine geschichtlich nicht haltbare Inanspruchnahme der Verdienste Schwanns und anderer fand zahlreiche Nachtreter in der französischen naturwissenschaftlichen und medizinischen Literatur, welche, indem sie sich einbilden, Pasteurs Ruhm zu vermehren, sein Andenken durch Andichtung von Verdiensten, die ihm nicht zukommen, verunglimpfen. Sein Brief an Schwann blieb vielen unbekannt oder wurde absichtlich totgeschwiegen. Ein besonders häſsliches Beispiel dieser Art lieferte Ch. Richet in einer Rede über Pasteur, welche er im Jahre 1897 zu Montréal in Kanada in einer Versammlung der Britannischen medizinischen Gesellschaft hielt, deren anwesende Zuhörer er in „enfants de notre vieille nation gauloise“ und in englische Kollegen einteilte (Revue scientifique [Revue rose] 1897, S. 417—424). Greifen wir zum Beweise einige Sätze aus seinem Redestrom heraus, die allerdings aus ihrem Zusammenhange gelöst sind, von denen aber jeder für sich dem Geiste des Ganzen entspricht. Da finden wir: „Mais cet mot, magique et mystérieux (d. h. das Wort fermentation), ne représentait rien et ne voulait rien dire. Ni Lavoisier, ni Liebig, ni Fremy n'avaient pu en découvrir le sens et on en était reduit à la thèorie d'une matière demi-organisée, conception enfantine, digne de Paracelse.“ „Non, mille fois non! Ce grand fait de la génération par des germes était absolument inconnu avant Pasteur; et le fait de la stérilisation des liquides et de leur ensemmencement par les spores ne nous a été révélé que par Pasteur.“ „Ainsi, successivement, l'œuvre de Pasteur se développait dans toute sa splendeur et sa logique. D'abord, pour élucider un problème de chimie, il étudie la fermentation tartrique; puis il est induit à étudier la fermentation lactique, et il prouve

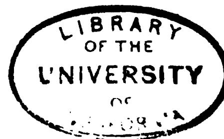
que toutes les fermentations sont des phénomènes biologiques.“ „Tous ceux qui, après lui, ont démontré quelque fait de détail, si important qu'il soit, n'ont fait que suivre le sillon tracé par le Maître. Qu'ils le veuillent ou non, ils sont tous des élèves de Pasteur, comme tous qui font de la chimie sont des élèves de Lavoisier. Un des plus grands disciples de Pasteur, M. Robert Koch — quoiqu'il se refuse, avec quelque ingratutide, à reconnaître son maître, — n'a fait que perfectionner certains points de la technique, et appliquer son ingéniosité et sa perspicacité pénétrante à la solution de questions secondaires — secondaires en théorie, si elles sont importantes dans la pratique. Malgré tout, M. Koch n'a pu faire du nouveau que sur des points de détail; tout ce qui est essentiel vient de Pasteur lui-même.“

Welche haltlose Prahlerei und welches Unrecht, namentlich auch gegenüber Pasteurs Vorgängern liegt in diesen Worten! In der richtigsten Stimmung diesen gegenüber befindet man sich wohl dann, wenn man darüber lacht; aber angesichts der systematisch fortgesetzten Verdunkelungsversuche sollte ab und zu auch ein Wort zur Abwehr gesprochen werden. Die Begeisterung für Pasteur ist fast der ganzen jetzigen Generation auch in Deutschland schon in ihren Jugendjahren eingeimpft worden; auch Eduard Buchner bekennt das von sich (vgl. Berichte der deutschen chem. Ges. 1898, S. 568). Diese soll niemand verwehrt werden, es sind genug Gründe dafür vorhanden. Aber die vitalistische Gärungstheorie war, wie aus den hier beigebrachten Belegen hervorgeht, geschaffen, begründet, anerkannt und in das deutsche Gärungsgewerbe eingeführt, ehe Pasteur seine wissenschaftliche Laufbahn antrat; Pasteur hat diese Theorie nur ausgebaut, und das mit bewunderungswürdigem Geschick und Verstand. Dieses ist sein grofser Ruhm auf dem Gärungsgebiet; er und seine Anbeter hätten ihn nicht mit fremden Federn zu schmücken brauchen.

---

# Personen-Verzeichnis.

**(Die Zahlen bedeuten Seitenzahlen.)**




Druck von Friedrich Stollberg in Merseburg.

